

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2001年11月22日 (22.11.2001)

PCT

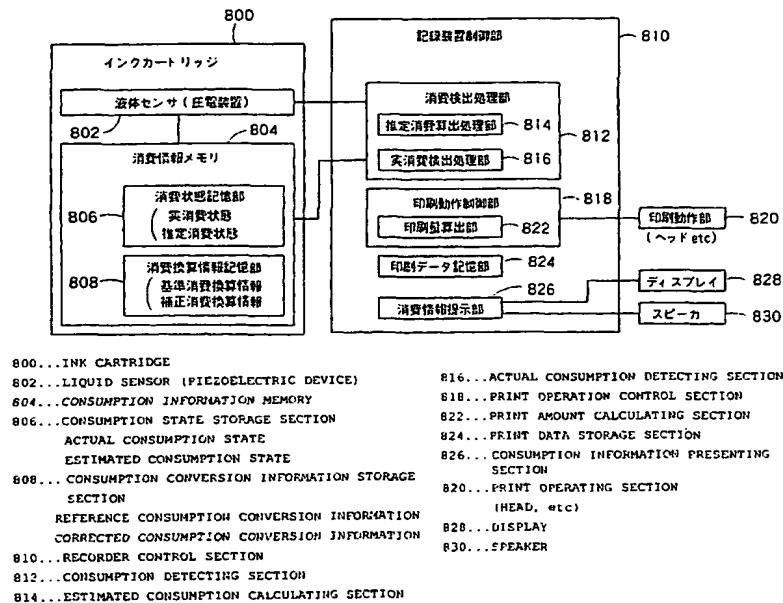
(10) 国際公開番号  
WO 01/87626 A1

- (51) 国際特許分類: B41J 2/175 [JP/JP]; 〒163-0811 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/04129
- (22) 国際出願日: 2001年5月17日 (17.05.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2000-147123 2000年5月18日 (18.05.2000) JP  
特願2000-147124 2000年5月18日 (18.05.2000) JP  
特願2000-263556 2000年8月31日 (31.08.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION)
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 塚田憲児 (TSUKADA, Kenji) [JP/JP]. 金谷宗秀 (KANAYA, Munehide) [JP/JP]; 〒392-8502 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 吉武賢次, 外 (YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, SG, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[続葉有]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR DETECTING CONSUMPTION OF INK

(54) 発明の名称: インク消費検出方法及び装置



(57) Abstract: An ink cartridge (800) is provided with a liquid sensor (802) comprising a piezoelectric device. The actual consumption detecting section (816) in a recorder control section (810) detects an actual consumption state by detecting an oscillatory state corresponding to an ink consumption state using the piezoelectric device. On the other hand, an estimated consumption calculating section (814) determines an estimated consumption state by calculating an ink consumption state based on an ink-based printing amount. For example, consumption is calculated by integrating the number of print dots. Estimated consumption calculation for determining consumption in detail and actual consumption detection for detecting consumption accurately are employed in combination. Preferably, passing of a liquid level is detected as actual consumption detection. Consumption before and after passing is estimated by integrating the number of print dots.

[続葉有]



添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

インクカートリッジ(800)には、圧電装置で構成される液体センサ(802)が設けられる。記録装置制御部(810)の実消費検出処理部(816)は、圧電装置を用いてインク消費状態に応じた振動状態を検出することにより、実消費状態を検出する。一方、推定消費算出処理部(814)は、インクを使って印刷するときの印刷量に基づいてインク消費状態を算出することにより、推定消費状態を求める。例えば、印刷ドット数を積算することにより消費量が算出される。消費量を詳細に求められる推定消費算出処理と、正確な検出が可能な実消費検出処理が併用される。好ましくは、実消費検出として液面通過が検出される。その前後の消費量が、ドット数の積算により推定される。

## 明 細 書

## インク消費検出方法及び装置

## 技術分野

本発明は、インクタンク内のインクの消費状態を検出するための方法及び装置、並びにこれらの検出方法及び検出装置が適用されるインクジェット記録装置及びインクタンクに関する。

## 背景技術

一般にインクジェット記録装置には、圧力発生室を加圧する圧力発生手段と、加圧されたインクをノズル開口からインク滴として吐出するノズル開口とを備えたインクジェット式記録ヘッドが搭載されたキャリッジと、流路を介して記録ヘッドに供給されるインクを収容するインクタンクとを備えており、連続印刷が可能なように構成されている。インクタンクはインクが消費された時点で、ユーザが簡単に交換できるように、記録装置に対して着脱可能なカートリッジとして構成されているものが一般的である。

従来、インクカートリッジのインク消費の管理方法として、記録ヘッドによって吐出されるインク滴のカウント数と、印字ヘッドのメンテナンス工程で吸引されたインク量とをソフトウェアにより積算し、計算上でインク消費を管理する方法や、インクカートリッジに直接液面検出用の電極を２本取付けることによって、実際にインクが所定量消費された時点を検知することでインク消費を管理する方法などが知られていた。

しかしながら、ソフトウェアによりインク滴の吐出数や吸引されたインク量を積算してインク消費を計算上で管理する方法は、使用環境により、例えば使用室内の温度や湿度の高低、インクカートリッジの開封後の経過時間、ユーザサイドでの使用頻度の違いなどによって、インクカートリッジ内の圧力やインクの粘度が変化してしまい、計算上のインク消費量と実際の消費量との間に無視できない誤差が生じてしまうという問題があった。また同一カートリッジを一旦取外し、

再度装着した場合には積算されたカウント値は一旦リセットされてしまうので、実際のインク残量がまったくわからなくなってしまうという問題もあった。

一方、電極によりインクが消費された時点を管理する方法は、インク消費のある一点の実量を検出できるため、インク残量を高い信頼性で管理できる。しかしながら、インクの液面を検出するためにインクは導電性でなくてはならず、よって使用されるインクの種類が限定されてしまう。また、電極とインクカートリッジとの間の液密構造が複雑化する問題がある。さらに、電極の材料として、通常は導電性が良く耐腐食性も高い貴金属を使用するので、インクカートリッジの製造コストがかさむという問題もあった。さらに、2本の電極をそれぞれインクカートリッジの別な場所に装着する必要があるため、製造工程が多くなり結果として製造コストがかさんでしまうという問題もあった。

本発明は、上述した事情を考慮してなされたものであって、液体の消費状態を正確に検出できるインク消費検出方法及び装置を提供することを目的とする。

本発明は特に振動を利用して液体残量を検出する技術を提供し、特に、液体量の変化を正確に、かつ細かく検出可能とする。

また、本発明は、液体の消費状態を正確に検出でき、かつ複雑なシール構造を不要とした液体容器を提供することを目的とする。

また、本発明の他の目的は、インクの消費状態を正確に検出でき、かつ複雑なシール構造を不要としたインクカートリッジを提供することにある。

なお、本発明はインクカートリッジに限定されず、他の液体容器にも適用可能である。

## 発明の開示

本発明の一態様は、インクジェット記録装置に用いられるインクタンクのインク消費状態を検出する方法である。この方法は推定消費算出処理と実消費検出処理を併用する。推定消費算出処理は、インクタンク内のインクの推定消費状態を求める。インク消費は、印刷によるインク消費（印刷量に基づいて求める事ができる）や、インクヘッド等のメンテナンスのためのインク消費などである。実消費検出処理は、圧電装置を用いてインク消費状態に応じた振動状態を検出するこ



とにより、実消費状態を検出する。

本発明によれば、圧電装置を用いることにより、実消費状態を正確に検出できる。一方、推定処理によれば、多少の誤差を伴うものの、消費状態を詳細に求められる。したがって、両処理の併用により、正確かつ詳細にインク消費状態を求められる。

好ましくは、前記実消費検出処理は、前記実消費状態として、前記圧電装置をインク液面が通過するのを検出する。圧電装置をインク液面が通過すると、圧電装置の出力が大きく変化する。したがって、液面通過は確実に検出される。この液面通過の前後少なくとも一方のインク消費状態は、前記推定消費算出処理により詳細に求められる。例えば、液面通過を始点として、その後の消費量を算出する。こうした処理により、インク消費状態を正確かつ詳細に求められる。

好ましくは、前記圧電装置をインク液面が通過するのが検出されたとき、前記実消費状態の検出が終了される。これにより圧電装置の動作が、必要なときに制限される。すなわち、圧電装置の無用な動作とそれに伴う実消費検出処理が省かれる。

前記推定消費算出処理は、記録ヘッドから射出されるインク滴の数を積算することにより前記推定消費状態を求めてもよい。前記推定消費算出処理は、さらに、前記記録ヘッドから射出されるインク滴のサイズに基づいて前記推定消費状態を求めてもよい。

好ましくは、前記推定消費算出処理は、前記実消費検出処理の検出結果に基づき、インクジェット記録装置の稼働量とインク消費量との関係を示す消費換算情報を補正し、補正された消費換算情報に基づいて前記推定消費状態を求める。前記消費換算情報は、前記記録ヘッドから射出されるインク滴に対応するインク量でもよい。消費換算情報は、メンテナンスの際に消費されるインク量の情報でもよい。前記消費換算情報は、前記記録ヘッドから射出されるインク滴に対応するインク量でもよい。印刷量等と消費状態の関係である換算パラメータは、インクジェット記録装置およびインクタンク、さらにそれらの組合せによって少しずつ異なる。このような換算パラメータの相違による誤差を低減できるので、より正確に消費状態を求められる。

補正された消費換算情報は、補正対象のインクタンクに限定して用いられてもよい。あるいは、補正された消費換算情報は、補正対象のインクタンクに限らず、その後に装着されるインクタンクのためにも用いられてよい。後者は、例えば、インクジェットヘッドの個体差による消費換算パラメータへの影響が大きい場合に有利である。各インクジェット記録装置が、そのヘッドに適合する消費換算情報を利用できる。

好ましくは、前記推定消費算出処理は、前記実消費検出処理の検出結果に基づき、前記推定消費状態を補正する。前記推定消費算出処理は、記録ヘッドから射出されるインク滴の数を積算することにより前記推定消費状態を求める処理でもよい。前記実消費検出処理の検出結果が得られたとき、それまでの積算により求めた前記推定消費状態を補正する。この形態によれば、実消費状態が検出されたとき、それまでの推定消費算出処理で発生した誤差が修正される。したがってインク消費状態を正確に求めることができる。

本発明では、消費状態情報は例えば以下のように利用される。求めた消費状態に基づいて、残りのインクでの可能印刷量が提示されてもよい。求めた消費状態に基づいて、残りのインク量が提示されてもよい。前記残りのインク量を表示するとき、インク量に応じた異なる色が用いられてもよい。前記残りのインク量を表示するとき、インク量に応じた異なる図形が用いられてもよい。インクジェット記録装置は、消費状態情報に基づいてそのほかのかたちで制御されてもよい。例えばインクが空になると印刷処理が停止される。

また本発明では、前記推定消費状態に基づいてインク補充またはインクタンク交換の必要性、タイミングを判定してもよい。前記実消費状態に基づいてインク補充またはインクタンク交換の必要性、タイミングを判定してもよい。

前記実消費検出処理が用いる前記圧電装置は、前記インクタンクのインク供給口の近傍に設けてもよい。

前記インクタンクの内部は少なくとも一つの隔壁によって、互いに連通する複数のチャンバに分離されていてもよい。前記実消費検出処理が用いる圧電装置は、後にインクが消費されるチャンバの上部に設置されていてもよい。先にインクが使われるチャンバの容量よりも、後にインクが使われるチャンバの容量が小さく

設定されていてもよい。

好ましくは、求めた消費状態が記憶手段、例えば消費状態メモリに格納される。前記記憶装置はインクタンクに装着されたメモリ装置でもよい。この形態は、インクタンクの取外しに対して有利である。インクタンクが取り外され、それから再度装着されたときに、消費状態が容易に分かる。

前述の消費換算情報が消費状態メモリに格納されてもよい。実消費状態に基づく補正後の消費換算情報が格納されてもよい。これらの情報も、インクタンクの装着の際にメモリから読み出され、好適に利用される。

前記実消費検出処理部は、前記圧電装置を用いて、液体消費に伴う音響インピーダンスの変化に基づいて実消費状態を検出する。前記圧電装置は、振動を発生した後の残留振動状態を示す信号を出力してもよい。残留振動状態がインク消費状態に応じて変化することに基づいて前記実消費状態が検出される。

また圧電装置は、前記液体容器の内部に向かって弾性波を発生するとともに、前記弾性波に対する反射波に応じた検出信号を生成してもよい。

前記実消費検出処理によって前記実消費状態が検出されたとき、前記実消費状態に基づいて残り可能印刷量が計算されてもよい。前記残り可能印刷量を印刷したとき、印刷前の印刷データが印刷データ記憶部へ格納されてもよい。

本発明の別の態様は、インクタンクのインク消費状態に関する情報を記憶する消費情報メモリを有するインクジェット記録装置である。消費情報メモリは半導体メモリで構成される。消費情報メモリには、前記インクタンク内のインクの推定消費状態と、圧電装置を用いてインク消費状態に応じた振動状態を検出することにより得られる実消費状態と、前記実消費状態として得られるインクエンドイベント情報であって、前記圧電装置をインク液面が通過するインクエンドイベントの発生を示すインクエンドイベント情報と、が格納される。好ましくは、前記インクタンクが装着されたとき、前記消費情報メモリに格納されたインクエンドイベント情報が読み出される。インクジェット記録装置は、前記圧電装置をインク液面が通過済みであるか否かを判定し、通過済みの場合には所定の動作を行う。

この態様によれば、半導体メモリに推定消費状態、実消費状態およびインクエンドイベント情報が記憶される。それら情報は、適宜読み出されて使用される。

好ましくは、インクエンドイベント情報は、他の消費状態情報とは別の記憶領域に記憶される。インクエンドイベント情報を見ただけで、インク液面が圧電装置を通過済みか否かが容易に分かる。この情報は、例えばインクタンク装着動作において有用である。装着されたインクタンクのインクの有無をユーザに伝えられる。このように、インクエンドイベント情報を用いることにより、インク消費状態に応じてインクジェット記録装置を適切に動作させることができる。

本発明の別の態様は、インクジェット記録装置に装着されるインクタンクであって、インク消費状態に関する情報を記憶する消費情報メモリを有する。消費情報メモリは半導体メモリで構成されてもよい。消費情報メモリには、前記インクタンクの推定消費状態と、圧電装置を用いて実消費状態として得られるインクエンドイベント情報であって、前記圧電装置をインク液面が通過するインクエンドイベントの発生を示すインクエンドイベント情報と、が格納される。この態様によっても、上述のインクエンドイベントに係るインクジェット記録装置の態様と同様の効果が得られる。

本発明の別の態様は、インクジェット記録装置に用いられるインクタンクのインク消費状態を検出する装置である。このインク消費検出装置は、前記インクタンクのインク消費状態を消費換算情報に基づいて算出することにより、推定消費状態を求める推定消費算出処理部と、前記インクタンクに取り付けられた圧電装置を用いて実消費状態を検出する実消費検出処理部と、前記実消費状態に基づいて前記消費換算情報を補正する換算情報補正処理部と、補正される前の基準消費換算情報および補正された後の補正消費換算情報を記憶し、前記推定消費算出処理部に提供する消費情報記憶部と、を含む。

好ましくは、前記消費情報記憶部は前記インクタンクに設けられている。消費情報記憶部は、前記消費換算情報を補正したときに前記インクタンクが装着されていたインクジェット記録装置を識別するための補正対象識別情報とともに前記補正消費換算情報を記憶する。前記推定消費算出処理部は、前記補正対象識別情報に基づき、前記インクジェット記録装置を対象として得られた補正消費換算情報が前記消費情報記憶部に記憶されているときは、その補正消費換算情報を使用する。前記推定消費算出処理部は、前記補正対象識別情報に基づき、前記インク

ジェット記録装置を対象として得られた補正消費換算情報が前記消費情報記憶部に記憶されていないときは、前記基準消費換算情報を使用する。好ましくは、前記推定消費算出処理部は、前記インクタンクが交換されたときに、前記補正対象識別情報に基づいて前記基準消費換算情報または前記補正消費換算情報を選択する。

本発明によれば、補正対象識別情報を参照することにより、補正消費換算情報が、その補正を行ったときのインクジェット記録装置でのみ使用される。補正消費換算情報が別のインクジェット記録装置で使用される、という事態が回避される。例えば、インクタンクが記録装置から取り外され、別の記録装置に取り付けられたときは、基準消費換算情報が用いられる。インクタンクが再度同じ記録装置に取り付けられたときは、以前の補正消費換算情報が用いられる。このようにして適当な消費換算情報が使用されるので、インク消費状態を正確に求められる。

前記補正対象識別情報は、前記インクジェット記録装置の種類を識別する情報でもよい。前記補正対象識別情報は、前記インクジェット記録装置を個別に識別する情報でもよい。前記補正対象識別情報は、前記インクジェット記録装置のインク消費関連構成を識別する情報でもよい。前記補正対象識別情報は、前記インクジェット記録装置の記録ヘッドを識別する情報でもよい。

好ましくは、前記インクタンクは、複数の圧電装置を異なった位置に有する。前記実消費検出処理部は、各圧電装置をインク液面が通過するのを検出する。前記換算情報補正処理部は、一つの圧電装置が液面通過を検出してから次の圧電装置が液面通過を検出するまでの推定消費量（印刷量および／またはメンテナンス回数を用いてよい）に基づいて前記補正消費換算情報を求める。前記推定消費算出処理部は、前記補正消費換算情報が得られたときに、前記基本消費換算情報から前記補正消費換算情報へと切り換えて前記推定消費状態を求める。好ましくは、前記インクタンクが交換された後、複数の圧電装置がインク液面を検出したときに、前記補正消費換算情報を求め、前記基本消費換算情報から前記補正消費換算情報へ切り換えられる。

この形態によれば、インクタンクがインクジェット記録装置に装着されたとき、その記録装置を対象とする補正消費換算情報が得られてから、その補正消費換算

情報が利用される。例えば使用途中のインクタンクが取り外され、別の記録装置に取り付けられたときでも、適当な消費換算情報が使用される。

本発明は、各種の態様のかたちで実現可能である。本発明は、インク消費検出装置に限定されず、インクジェット記録装置でもよく、インクジェット記録装置の制御装置でもよく、インクタンクでもよく、その他の態様でもよい。インクタンクの態様の場合には、好ましくはインクタンクは消費情報メモリを有し、上述した各種の処理に必要な情報、特に消費換算情報を提供する。典型的なインクタンクは記録装置に脱着可能なインクカートリッジである。

本発明の一態様は、インクジェット記録装置に用いられるインクタンクのインク消費状態を検出する方法である。この方法は、推定消費算出処理と実消費検出処理とを併用する。推定消費算出処理は、前記インクタンクのインク消費に基づいてインク消費状態を算出することにより、推定消費状態を求める。インク消費は、印刷によるインク消費でもよく、インクヘッド等のメンテナンスのためのインク消費でもよい。一方、実消費検出処理は、圧電装置を用いてインク消費状態に応じた振動状態を検出することにより、実消費状態を検出する。本発明では、前記実消費検出処理は、前記インクタンクの異なる位置に取り付けられた複数の圧電装置を用いて複数段階の実消費状態を検出する処理である。

本発明では、インク消費に基づく推定処理により、多少の誤差を伴うものの、消費状態を詳細に求められる。一方、圧電装置を用いることにより、複雑なシール構造を使わずに、実消費状態を正確に検出できる。特に複数の圧電装置を用いることにより、複数段階の実消費状態が分かる。複数段階の実消費状態と推定消費状態からインク消費状態を正確かつ詳細に求められる。

好ましくは、前記実消費検出処理は、前記実消費状態として、前記複数の圧電装置の各々をインク液面が通過するのを検出する。前記推定消費算出処理は、前記推定消費状態として、一の圧電装置が液面通過を検知してから次の圧電装置が液面通過を検出する間の消費状態を求める。また前記推定消費算出処理は、前記推定消費状態として、最も下方の圧電装置が液面通過を検出した後の消費状態を求める。こうした処理により、液面が通過するときに正確に消費状態が検出され、かつ、通過前後の消費状態が推定により補足される。その結果、インク消費状態

を継続的に、正確かつ詳細に補足できる。

好ましくは、前記推定消費算出処理は、前記複数の圧電装置の各々をインク液面が通過したときに、消費換算情報を補正し、補正された消費換算情報に基づいて前記推定消費状態を求める。前記消費換算情報は、前記記録ヘッドから射出されるインク滴に対応するインク量でもよい。消費換算情報は、メンテナンスの際に消費されるインク量の情報でもよい。消費換算パラメータは、インクジェット記録装置およびインクタンク、さらにそれらの組合せによって少しずつ異なる。このような換算パラメータの相違による誤差を低減できるので、より正確に消費状態を求められる。

補正された消費換算情報は、補正対象のインクタンクに限定して用いられてもよい。あるいは、補正された消費換算情報は、補正対象のインクタンクに限らず、その後に装着されるインクタンクのためにも用いられてよい。後者は、例えば、インクジェットヘッドの個体差による消費換算パラメータへの影響が大きい場合に有利である。各インクジェット記録装置が、そのヘッドに適合する消費換算情報を利用できる。

本発明の方法では、最も下方の圧電装置が液面通過を検出したとき、それまでの複数の液面通過検知に伴う複数の消費換算情報の補正結果に基づいて最終的な消費換算情報が求められてもよい。この最終的な消費換算情報を用いて、前記最も下方の圧電装置が液面通過を検出した後の前記推定消費状態が求められる。

好ましくは、前記推定消費算出処理は、記録ヘッドから射出されるインク滴の数を積算することにより前記推定消費状態を求める処理であり、前記複数の圧電装置の各々によって液面通過が検出されたとき、それまでの積算により求めた前記推定消費状態を補正する。この形態によれば、実消費状態が検出されたとき、それまでの推定消費算出処理で発生した誤差が修正される。したがってインク消費状態を正確に求めることができる。

前記実消費検出処理部は、前記圧電装置を用いて、液体消費に伴う音響インピーダンスの変化に基づいて実消費状態を検出してもよい。前記圧電装置は、振動を発生した後の残留振動状態を示す信号を出力してもよい。残留振動状態がインク消費状態に応じて変化することに基づいて前記実消費状態が検出される。

また圧電装置は、前記液体容器の内部に向かって弾性波を発生するとともに、前記弾性波に対する反射波に応じた検出信号を生成してもよい。

インク消費状態の検出対象の前記インクタンクは、典型的には、前記インクジェット記録装置に着脱されるインクカートリッジである。ただしインクタンクはインクカートリッジには限定されず、記録装置に固定されているサブタンクなどにも適用可能である。

本発明の別の態様は、インクジェット記録装置に用いられるインクタンクのインク消費状態を検出する装置であって、前記インクタンクのインク消費に基づいてインク消費状態を算出することにより、推定消費状態を求める推定消費算出処理部と、前記インクタンクに異なる位置に取り付けられた複数の圧電装置と、前記複数の圧電装置を用いてインク消費状態に応じた振動状態を検出することにより、複数段階でインクの実消費状態を検出する実消費検出処理部と、を含む。

本発明によるインクジェット記録装置の一態様は、インク滴を吐出して記録する記録ヘッドへ供給するインクを収容しかつインクを検出する圧電装置を有するインクタンクを着脱できる。また、当該インクジェット記録装置記録は、ヘッドから消費されるインクの量に関連する基準消費換算情報に基づいてインクタンク内のインクの推定消費状態を求める推定消費算出処理部と、圧電装置を用いてインクタンク内のインクの消費状態に応じた振動状態を検出することにより実消費状態を検出する実消費検出処理部と、基準消費換算情報を補正対象とするか否かを判定し、補正対象とする旨の判定に基づいて基準消費換算情報を補正する補正部とを備える。

好ましくは、当該インクジェット記録装置は、推定消費算出処理部は記録ヘッドから消費されるインク消費回数と基準消費換算情報から得られるインクの量とを積算することにより推定消費状態を求める。

好ましくは、基準消費換算情報は互いに異なる少なくとも二つの単位情報に分類される。また、補正部は少なくとも推定消費状態に基づいて少なくとも二つの単位情報のうちいずれかの単位情報を補正対象と判定する。また、前記補正部は、少なくとも一つの単位情報を補正対象と判定するように予め設定されていてもよい。



少なくとも二つの単位情報は記録ヘッドから吐出されるインク滴の量に従って分類されてもよい。少なくとも二つの単位情報は印字状態と非印字状態に従って分類されてもよい。少なくとも二つの単位情報は記録ヘッドが記録を行う周囲の温度に従って分類されてもよい。少なくとも二つの単位情報は記録ヘッドが記録を行う周囲の湿度に従って分類されてもよい。

好ましくは、補正部は推定消費状態と実消費状態との比率を用いて基準消費換算情報を補正する。

好ましくは、当該インクジェット記録装置は基準消費換算情報を格納する記憶部を有する。好ましくは、当該インクジェット記録装置は補正部によって補正された基準消費換算情報を格納する記憶部を有する。

基準消費換算情報の要素は、記録ヘッドから吐出されるインク滴の容量によって表されていてもよい。基準消費換算情報の要素は、記録ヘッドから吐出されるインク滴の質量によって表されていてもよい。基準消費換算情報の要素は、任意の単位情報を基準とした比率によって表されていてもよい。推定消費算出処理部は、複数の基準消費換算情報のうちいずれかの基準消費換算情報に基づいて推定消費状態を求めてもよい。

本発明に従ったインクタンクの一態様は、インク滴を吐出する記録ヘッドへ供給するインクを収容する容器と、インクを記録ヘッドへ供給するための液体供給口と、容器内のインクの消費状態を検出する圧電装置と、記録ヘッドから消費されるインクの量に関連する互いに異なる少なくとも二つの単位情報に分類された基準消費換算情報を格納する記憶部とを備える。当該インクタンクはインク滴を吐出することによって記録を行うインクジェット記録装置に着脱できる。

好ましくは、記憶部は、基準消費換算情報に基づいて求められる当該インクタンク内のインクの推定消費状態と、圧電装置を用いて当該インクタンク内のインクの消費状態に応じた振動状態から検出される実消費状態とに基づいて補正された単位情報に分類された基準消費換算情報を格納する。

記憶部は互いに異なる複数の基準消費換算情報を格納してもよい。好ましくは、複数の基準消費換算情報の数は圧電装置の数に従って決定される。

本発明に従ったインク消費検出方法の一態様は、インク滴を吐出する記録ヘッ

ドへ供給するインクを収容しインクを検出する圧電装置を有しかつインクジェット記録装置に着脱できるように装着されたインクタンクのインクの消費状態を検出する方法であって、記録ヘッドから消費されるインクの量に関連する基準消費換算情報に基づいて推定消費状態を求め、圧電装置を用いてインクの消費状態に応じた振動状態を検出することにより実消費状態を検出する検出ステップと、基準消費換算情報を補正対象とするか否かの判定をする補正判定ステップと、補正判定ステップにおける補正をする旨の判定の結果に基づいて基準消費換算情報を補正する補正ステップを有する。

補正判定ステップにおいて、補正部は、検出ステップ以前の推定消費状態と検出ステップにおける基準消費換算情報に基づく推定消費状態との関係によって、検出ステップにおける基準消費換算情報を補正するか否かの判定をしてもよい。

好ましくは、基準消費換算情報は記録ヘッドから吐出されるインク滴の量に関連する互いに異なる少なくとも二つの単位情報に分類される。

好ましくは、当該インク消費検出方法は、補正判定ステップにおいて、推定消費状態に基づいて少なくとも二つの単位情報を補正対象にするか否かを判定する。

補正判定ステップにおいて、第1の単位情報以外の単位情報に基づく推定消費状態よりも、第2の単位情報に基づく推定消費状態が、インクの消費量または消費率に関して大きいときに、第2の単位情報を補正対象としても良い。

補正判定ステップにおいて、検出ステップ以前の該単位情報に基づく推定消費状態のいずれよりも、検出ステップにおける該単位情報に基づく推定消費状態が、インクの消費量または消費率に関して大きいときに、前記単位情報を補正対象と判定してもよい。

補正判定ステップにおいて、推定消費状態がインクの消費量または消費率に関する所定のしきい値より大きい単位情報を補正対象と判定してもよい。

推定消費算出処理は基準消費換算情報の要素間の線形的な計算による近似によって求めてもよい。

補正判定ステップにおいて、推定消費状態と実消費状態と間の誤差の予想値により、単位情報のうち少なくとも一つの単位情報を補正対象と判定してもよい。予め設定されている少なくとも一つの単位情報を補正対象と判定してもよい。

本発明に従ったインク消費検出方法の他の態様は、記録ヘッドから消費されるインクの量に関連する複数の基準消費換算情報のうち第1の基準消費換算情報に基づいて推定消費状態を求め、圧電装置を用いてインクの消費状態に応じた振動状態を検出することにより実消費状態を検出する第1の検出ステップと、複数の基準消費換算情報のうち第1の基準消費換算情報と異なる第2の基準消費換算情報に基づいて推定消費状態を求め、圧電装置を用いてインクの消費状態に応じた振動状態を検出することにより実消費状態を検出する第2の検出ステップとを有する。

第1の検出ステップと第2の検出ステップとの間に、第1の基準消費換算情報を第1の基準消費換算情報と異なる第2の基準消費換算情報に変更するか否かの判定をする変更判定ステップを有しても良い。かかる場合には、第2の検出ステップは、変更判定ステップの結果に従い、第1の基準消費換算情報または第2の基準消費換算情報に基づいて推定消費状態を求め、圧電装置を用いてインクの消費状態に応じた振動状態を検出することにより実消費状態を検出する。

好ましくは、推定消費算出処理は記録ヘッドから消費されるインク消費数と基準消費換算情報から得られるインクの量とを積算することにより推定消費状態を求める。

好ましくは、実消費検出処理部は圧電装置を用いてインクの消費に伴う音響インピーダンスの変化に基づいて実消費状態を検出する。

好ましくは、実消費検出処理部は圧電装置が有する振動部に残留する残留振動によって発生する逆起電力に基づいて、インクの消費状態を検出する。

#### 図面の簡単な説明

図1は、単色、例えばブラックインク用のインクカートリッジの一実施例を示す図である。

図2は、複数種類のインクを収容するインクカートリッジの一実施例を示す図である。

図3は、図1及び図2に示したインクカートリッジに適したインクジェット記録装置の一実施例を示す図である。

図 4 は、サブタンクユニット 33 の詳細な断面を示す図である。

図 5 は、弾性波発生手段 3、15、16、及び 17 の製造方法を示す図である。

図 6 は、図 5 に示した弾性波発生手段 3 の他の実施例を示す図である。

図 7 は、本発明のインクカートリッジの他の実施例を示す図である。

図 8 は、本発明のインクカートリッジの更に他の実施例を示す図である。

図 9 は、本発明のインクカートリッジの更に他の実施例を示す図である。

図 10 は、本発明のインクカートリッジの更に他の実施例を示す図である。

図 11 は、本発明のインクカートリッジの更に他の実施例を示す図である。

図 12 A、図 12 B は、図 11 に示したインクカートリッジの他の実施例を示す図である。

図 13 A、図 13 B は、本発明のインクカートリッジの更に他の実施例を示す図である。

図 14 A、図 14 B、図 14 C は、貫通孔 1 c の更に他の実施例の平面を示す図である。

図 15 A、図 15 B は、本発明のインクジェット記録装置の実施例の断面を示す図である。

図 16 A、図 16 B は、図 15 A、図 15 B に示した記録装置に適したインクカートリッジの実施例を示す図である。

図 17 は、本発明のインクカートリッジ 272 の他の実施例を示す図である。

図 18 は、本発明のインクカートリッジ 272 及びインクジェット記録装置の更に他の実施例を示す図である。

図 19 は、図 16 A、図 16 B に示したインクカートリッジ 272 の他の実施例を示す図である。

図 20 A、図 20 B、図 20 C は、アクチュエータ 106 の詳細を示す図である。

図 21 は、アクチュエータ 106 の周辺およびその等価回路を示す図である。

図 22 A、図 22 B は、インクの密度とアクチュエータ 106 によって検出されるインクの共振周波数との関係を示す図である。

図 23 A、図 23 B は、アクチュエータ 106 の逆起電力波形を示す図である。

図24は、アクチュエータ106の他の実施例を示す図である。

図25は、図24に示したアクチュエータ106の一部分の断面を示す図である。

図26は、図25に示したアクチュエータ106の全体の断面を示す図である。

図27は、図24に示したアクチュエータ106の製造方法を示す図である。

図28A、図28B、図28Cは、本発明のインクカートリッジの更に他の実施例を示す図である。

図29A、図29B、図29Cは、貫通孔1cの他の実施例を示す図である。

図30は、アクチュエータ660の他の実施例を示す図である。

図31A、図31Bは、アクチュエータ670の更に他の実施例を示す図である。

図32は、モジュール体100を示す斜視図である図である。

図33は、図32に示したモジュール体100の構成を示す分解図である。

図34は、モジュール体100の他の実施例を示す図である。

図35は、図34に示したモジュール体100の構成を示す分解図である。

図36A、図36B、図36Cは、モジュール体100の更に他の実施例を示す図である。

図37は、図32に示したモジュール体100をインク容器1に装着した断面の例を示す図である。

図38A、図38B、図38Cは、モジュール体100の更に他の実施例を示す図である。

図39は、図20A、図20B、図20Cおよび図21に示したアクチュエータ106を用いたインクカートリッジ及びインクジェット記録装置の実施例を示す図である。

図40は、インクジェット記録装置の詳細を示す図である。

図41A、図41Bは、図40に示したインクカートリッジ180の他の実施例を示す図である。

図42A、図42B、図42Cは、インクカートリッジ180の更に他の実施例を示す図である。

図43A、図43B、図43Cは、インクカートリッジ180の更に他の実施例を示す図である。

図44A、図44B、図44C、図44Dは、インクカートリッジ180の更に他の実施例を示す図である。

図45A、図45B、図45Cは、図44Cに示したインクカートリッジ180の他の実施例を示す図である。

図46A、図46B、図46C、図46Dは、モジュール体100を用いたインクカートリッジの更に他の実施例を示す図である。

図47は、推定消費算出と実消費検出を併用する構成を、インクジェット記録装置とともに示すブロック図である。

図48は、図47の構成による消費検出処理を示す図である。

図49は、図47の構成による消費検出処理を示すフローチャートである。

図50は、消費状態をユーザに提示するときの提示形態の例を示す図である。

図51は、液体センサおよび消費情報メモリの適当な配置の例を示す図である。

図52A、図52Bは、液体センサおよび消費情報メモリの適当な配置の例を示す図である。

図53は、別の実施例に係るインクジェット記録装置の例を示す図である。

図54は、別の実施例に係るインクジェット記録装置の例を示す図である。

図55は、推定消費算出と実消費検出を併用する構成を、インクジェット記録装置とともに示すブロック図である。

図56は、図55の構成にて補正対象識別情報を利用する処理を示すフローチャートである。

図57は、別の実施例に係るインクジェット記録装置の例を示す図である。

図58は、図57のインクカートリッジにおける液体センサの配置を示す図である。

図59は、図58の構成にて補正対象識別情報を利用する処理を示すフローチャートである。

図60は、図59の処理の一例を示す図である。

図61は、推定消費算出と実消費検出を併用する構成を、インクジェット記録

装置とともに示すブロック図である。

図 6 2 は、インクカートリッジ上でのセンサおよびメモリの配置の例を示す図である。

図 6 3 は、図 6 1 の構成による消費検出処理を示す図である。

図 6 4 は、図 6 1 の構成による消費検出処理を示すフローチャートである。

図 6 5 は、別の実施例に係るインクジェット記録装置の例を示す図である。

図 6 6 は、インクジェット記録装置の実施例を示す図である。

図 6 7 は、単色、例えばブラックインク用のインクカートリッジの一実施例を示す図である。

図 6 8 は、複数種類のインクを収容するインクカートリッジの一実施例を示す図である。

図 6 9 は、推定消費算出と実消費検出を併用する構成を、インクジェット記録装置とともに示すブロック図である。

図 7 0 は、消費換算情報記憶部 8 0 8 に格納されている基準消費換算情報の実施例を表示したマトリックスを示す図である。

図 7 1 は、図 6 9 の構成による消費検出処理を示す図である。

図 7 2 は、図 6 9 の構成による消費検出処理を示す図である。

図 7 3 A、図 7 3 B は、インクが消費された場合に、補正判定部 8 1 5 が補正をするか否かの判定について表示した図である。

図 7 4 A、図 7 4 B は、図 6 9 の構成による消費検出処理を示すフローチャートである。

図 7 5 は、本発明に従った実施例として適用される複数のアクチュエータを備えたインクカートリッジの断面図である。

図 7 6 は、別の実施例に係るインクジェット記録装置の例を示す図である。

図 7 7 は、インクカートリッジのアクチュエータが配備される部分の拡大図である。

図 7 8 は、複数のアクチュエータを備えたインクカートリッジに応じた検出処理および補正処理を示すフローである。

図 7 9 は、単位情報ごとに数値を用いて行った補正を表示した図である。

図 8 0 は、単位情報ごとに数値を用いて行った補正を表示した図である。

図 8 1 A、図 8 1 B は、図 7 4 A、図 7 4 B または図 7 8 の補正対象の判定 (S 2 2) および補正対象に該当する単位情報の補正 (S 2 6) を示したフローである。

図 8 2 は、図 7 4 A、図 7 4 B または図 7 8 の補正対象の判定 (S 2 2) および補正対象に該当する単位情報の補正 (S 2 6) を示したフローである。

図 8 3 は、図 8 0 に従った推定消費率のしきい値を使用して行った補正の処理を示すフローである。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例を通じて本発明を説明するが、以下の実施例は請求の範囲にかかる発明を限定するものではなく、又実施例の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

まず、本実施例の原理を説明する。本実施例では、インク容器内のインク消費状態を検出する技術に本発明が適用される。インクの消費状態は、2 種類の処理の協働によって求められる。一方の処理は推定消費算出処理であり、他方の処理は実消費検出処理である。

推定消費算出処理では、インクタンクのインク消費に基づいてインク消費状態を算出することにより、推定消費状態が求められる。インク消費は、印刷によるインク消費と、記録ヘッドメンテナンスによるインク消費とを含む。これらのどちらかに本発明が適用されてもよく、両方に本発明が適用されてもよい。インク量については、記録ヘッドから射出されるインク滴数、あるいはインク滴と各滴のインク量の積算値などによりインク消費量が求められる。メンテナンスについては、メンテナンス処理回数、処理量、処理量をインク滴数に変換した量などによりインク消費が求められる。

実消費検出処理では、圧電装置を用いてインク消費状態に応じた振動状態を検出することにより、実消費状態が検出される。好ましくは、圧電装置を用いて、インク消費に伴う音響インピーダンスの変化が検出される。

推定処理によれば、多少の誤差を伴うものの、消費状態を詳細に求められる。



一方、圧電装置を用いることにより、複雑なセンサシール構造を設けなくとも、消費状態の正確な検出ができる。したがって、両処理の併用により、正確かつ詳細にインク消費状態を求められる。

後述する本実施例では、実消費検出処理は、実消費状態として、圧電装置をインク液面が通過するのを検出する。圧電装置をインク液面が通過すると、圧電装置の出力が大きく変化する。したがって、液面通過は確実に検出される。この液面通過の前後のインク消費状態が、推定消費算出処理により詳細に求められる。さらに、圧電装置を液面が通過したときに、それまでの推定算出処理の誤差が修正される。また、推定算出処理に用いられる換算情報が修正される。こうした処理により、インク消費状態を正確かつ詳細に求められる。

以下では、図面を参照して本実施例をより具体的に説明する。まず、圧電装置を用いて振動に基づいてインク消費を検出する技術の基本を説明する。これに基づいて、検出技術の各種応用を説明する。つづいて、図47を参照して、本実施例のインク消費検出技術、すなわち、推定消費算出処理と実消費検出処理を用いる検出技術を説明する。

本実施例において、圧電装置は、液体センサに設けられる。以下の説明では、「アクチュエータ」「弾性波発生手段」が液体センサに相当する。

#### 「インク消費を検出するカートリッジ」

本発明の基本的概念は、振動現象を利用することで、液体容器内の液体の状態（液体容器内の液体の有無、液体の量、液体の水位、液体の種類、液体の組成を含む）を検出することである。具体的な振動現象を利用した液体容器内の液体の状態の検出としてはいくつかの方法が考えられる。例えば弾性波発生手段が液体容器の内部に対して弾性波を発生し、液面あるいは対向する壁によって反射する反射波を受波することで、液体容器内の媒体およびその状態の変化を検出する方法がある。また、これとは別に、振動する物体の振動特性から音響インピーダンスの変化を検知する方法もある。音響インピーダンスの変化を利用する方法としては、圧電素子を有する圧電装置またはアクチュエータの振動部を振動させ、その後振動部に残留する残留振動によって生ずる逆起電力を測定することによって、共振周波数または逆起電力波形の振幅を検出することで音響インピーダンス

の変化を検知する方法や、測定機、例えば伝送回路等のインピーダンスアナライザによって液体のインピーダンス特性またはアドミタンス特性を測定し、電流値や電圧値の変化または、振動を液体に与えたときの電流値や電圧値の周波数による変化を測定する方法がある。弾性波発生手段および圧電装置またはアクチュエータの動作原理の詳細については後述する。

図1は、本発明が適用される単色、例えばブラックインク用のインクカートリッジの一実施例の断面図である。図1のインクカートリッジは、上記に説明した方法のうちの、弾性波の反射波を受信して液体容器内の液面の位置や液体の有無を検出する方法に基づいている。弾性波を発生しまた受信する手段として弾性波発生手段3を用いる。インクを収容する容器1には、記録装置のインク供給針に接合するインク供給口2が設けられている。容器1の底面1aの外側には、弾性波発生手段3が容器を介して内部のインクに弾性波を伝達できるように取付けられている。インクKがほぼ消費されつくした段階、つまりインクニアエンドとなった時点で、弾性波の伝達がインクから気体へと変更するべく、弾性波発生手段3はインク供給口2よりも若干上方の位置に設けられている。なお、受信手段を別に設けて、弾性波発生手段3を単に発生手段として用いても良い。

インク供給口2にはパッキン4及び弁体6が設けられている。図3に示すように、パッキン4は記録ヘッド31に連通するインク供給針32と液密に係合する。弁体6は、バネ5によってパッキン4に対して常時弾接されている。インク供給針32が挿入されると、弁体6はインク供給針32に押されてインク流路を開放し、容器1内のインクがインク供給口2およびインク供給針32を介して記録ヘッド31へ供給される。容器1の上壁の上には、インクカートリッジ内のインクに関する情報を格納した半導体記憶手段7が装着されている。

図2は、複数種類のインクを収容するインクカートリッジの一実施例を示す裏側から見た斜視図である。容器8は、隔壁により3つのインク室9、10及び11に分割される。それぞれのインク室には、インク供給口12、13及び14が形成されている。それぞれのインク室9、10及び11の底面8aには、弾性波発生手段15、16および17が、容器8を介して各インク室内に収容されているインクに弾性波を伝達できるように取付けられている。

図 3 は、図 1 及び 2 に示したインクカートリッジに適したインクジェット記録装置の要部の実施例を示す断面図である。記録用紙の幅方向に往復動可能なキャリッジ 30 は、サブタンクユニット 33 を備えていて、記録ヘッド 31 がサブタンクユニット 33 の下面に設けられている。また、インク供給針 32 はサブタンクユニット 33 のインクカートリッジ搭載面側に設けられている。

図 4 は、サブタンクユニット 33 の詳細を示す断面図である。サブタンクユニット 33 は、インク供給針 32、インク室 34、膜弁 36、及びフィルタ 37 を有する。インク室 34 内には、インクカートリッジからインク供給針 32 を介して供給されるインクが収容される。膜弁 36 は、インク室 34 とインク供給路 35 との間の圧力差により開閉するよう設計されている。インク供給路 35 は記録ヘッド 31 に連通しており、インクが記録ヘッド 31 まで供給される構造となっている。

図 3 に示すように、容器 1 のインク供給口 2 をサブタンクユニット 33 のインク供給針 32 に挿通すると、弁体 6 がバネ 5 に抗して後退し、インク流路が形成され、容器 1 内のインクがインク室 34 に流れ込む。インク室 34 にインクが充填された段階で、記録ヘッド 31 のノズル開口に負圧を作用させて記録ヘッド 31 にインクを充填した後、記録動作を実行する。

記録動作により記録ヘッド 31 においてインクが消費されると、膜弁 36 の下流側の圧力が低下するので、図 4 に示すように、膜弁 36 が弁体 38 から離れて開弁する。膜弁 36 が開くことにより、インク室 34 のインクはインク供給路 35 を介して記録ヘッド 31 に流れ込む。記録ヘッド 31 へのインクの流入に伴って、容器 1 のインクは、インク供給針 32 を介してサブタンクユニット 33 に流れ込む。

記録装置の動作期間中には、あらかじめ設定された検出のタイミング、例えば一定周期で弾性波発生手段 3 に駆動信号が供給される。弾性波発生手段 3 により発生された弾性波は、容器 1 の底面 1a を伝搬してインクに伝達され、インクを伝搬する。

弾性波発生手段 3 を容器 1 に貼着することにより、インクカートリッジ自体に残量検出機能を付与することができる。本発明によれば、容器 1 の成形時におけ

る液面検出用の電極の埋め込みが不要となるので、射出成形工程が簡素化され、電極埋めこみ領域からの液漏れがなくなり、インクカートリッジの信頼性が向上できる。

図5は、弾性波発生手段3、15、16、及び17の製造方法を示す。固定基板20は、焼成可能なセラミック等の材料により形成される。まず、図5（I）に示すように、固定基板20の表面に一方の電極となる導電材料層21を形成する。次に、図5（II）に示すように、導電材料層21の表面に圧電材料のグリーンシート22を重ねる。次に、図5（III）に示すように、プレス等により所定の形状にグリーンシート22を振動子の形状に成形し、自然乾燥後させた後、焼成温度、例えば1200°Cで焼成する。次に、図5（IV）に示すように、他方の電極となる導電材料層23をグリーンシート22の表面に形成して、たわみ振動可能に分極する。最後に、図5（V）に示すように、固定基板20を各素子毎に切断する。固定基板20を接着剤等により容器1の所定の面に固定することで、弾性波発生手段3が、容器1の所定の面に固定されて、残量検出機能付きインクカートリッジが完成する。

図6は、図5に示した弾性波発生手段3の他の実施例を示す。図5の実施例においては、導電材料層21を接続電極として使用している。一方、図6の実施例においては、グリーンシート22により構成された圧電材料層の表面よりも上方の位置に、半田等により接続端子21a及び23aを形成する。接続端子21a及び23aにより、弾性波発生手段3の回路基板への直接的な実装が可能となり、リード線の引き回しが不要となる。

ところで、弾性波は、気体、液体および固体を媒体として伝播することができる波の一種である。従って、媒体の変化により弾性波の波長、振幅、位相、振動数、伝播方向や伝播速度などが変化する。一方、弾性波の反射波も媒体の変化によってその波の状態や特性が異なる。従って、弾性波が伝播する媒体の変化によって変化する反射波を利用することで、その媒体の状態を知ることが可能となる。この方法によって液体容器内の液体の状態を検出する場合には、例えば弾性波送受信機を使用する。図1～図3の形態を例にとって説明すると送受信機は、はじめに媒体、例えば、液体または液体容器に弾性波を与え、その弾性波は媒体中を

伝播し液体の表面に達する。液体の表面では液体と気体との境界を有するため、反射波を送受信機へ返す。送受信機は反射波を受信し、その反射波の往来時間や送信機が発生した弾性波と液体の表面が反射した反射波との振幅の減衰率などから、送信機または受信機と液体の表面との距離を測定することができる。これを利用して液体容器内の液体の状態を検出できる。弾性波発生手段3は、単体として弾性波が伝播する媒体の変化による反射波を利用する方法における送受信機として使用してもよいし、別に専用の受信機を装着してもよい。

上記したように、弾性波発生手段3によって発生されインク液中を伝搬する弾性波は、インク液の密度や液面レベルによりインク液表面で生じる反射波の弾性波発生手段3への到来時間が増加する。したがって、インクの組成が一定である場合には、インク液表面で生じる反射波の到来時間がインクの量に左右される。したがって、弾性波発生手段3が弾性波を発生してからインク表面からの反射波が弾性波発生手段3に到達するまでの時間を検出することにより、インク量を検出することができる。また、弾性波は、インクに含まれている粒子を振動させるので、着色剤として顔料を使用した顔料系のインクの場合には、顔料等の沈殿を防止するのに寄与する。

弾性波発生手段3を容器1に設けることにより、印刷動作やメンテナンス動作によってインクカートリッジのインクがインクエンド近くまで減少して、弾性波発生手段3によって反射波を受信できなくなった場合には、インクニアエンドであると判定してインクカートリッジの交換を促すことができる。

図7は、本発明のインクカートリッジの他の実施例を示す。上下方向に間隔を設けて、複数の弾性波発生手段41～44が、容器1の側壁上に設けられている。図7のインクカートリッジは、弾性波発生手段41～44のそれぞれの位置にインクが存在するか否かにより、それぞれの弾性波発生手段41～44の装着位置のレベルにおけるインクの有無が検出できる。例えば、インクの水位が、弾性波発生手段44と43との間のレベルであるとき、弾性波発生手段44は、インクが無いと検出し、弾性波発生手段41、42及び43は、インクがあると検出するので、インクの水位が、弾性波発生手段44と43との間のレベルであることが分かる。したがって、複数の弾性波発生手段41～44を設けることにより、イン

ク残量を段階的に検出することができる。

図 8 及び図 9 は、それぞれ本発明のインクカートリッジの更に他の実施例を示す。図 8 に示した実施例においては、上下方向に斜めに形成された底面 1 a に、弾性波発生手段 6 5 が装着される。また、図 9 に示した実施例においては、垂直方向に長く延びる弾性波発生手段 6 6 が、側壁 1 b の底面近傍に設けられている。

図 8 及び図 9 の実施例によれば、インクが消費され、弾性波発生手段 6 5 及び 6 6 の一部が液面から露出するようになると、弾性波発生手段 6 5 及び 6 6 が発生した弾性波の反射波の到来時間及び音響インピーダンスが、液面の変化  $\Delta h_1$ 、 $\Delta h_2$  に対応して連続的に変化する。したがって、弾性波の反射波の到来時間又は音響インピーダンスの変化の度合いを検出することにより、インク残量のインクニアエンド状態からインクエンドまでの過程を正確に検出することができる。

なお、上述の実施例においては、液体容器にインクを直接収容する形式のインクカートリッジに例を採って説明した。インクカートリッジの他の実施例として、容器 1 内に多孔質弾性体を装填し、多孔質弾性体に液体インクを含浸させる形式のインクカートリッジに、上述の弾性波発生手段を装着してもよい。また、上述の実施例においてはたわみ振動型の圧電振動子を使用することによりカートリッジの大型化を抑えているが、縦振動型の圧電振動子を使用することも可能である。更に、上述の実施例においては、同一の弾性波発生手段により弾性波を送波し受波する。他の実施例として、送波用と受波用とで異なった弾性波発生手段を用いて、インク残量を検出してもよい。

図 10 は、本発明のインクカートリッジの更に他の実施例を示す。上下方向に斜めに形成された底面 1 a に、上下方向に間隔を設けて、複数の弾性波発生手段 6 5 a、6 5 b 及び 6 5 c が、容器 1 に設けられている。この実施例によれば、複数の弾性波発生手段 6 5 a、6 5 b、及び 6 5 c のそれぞれの位置にインクが存在するか否かにより、それぞれの弾性波発生手段 6 5 a、6 5 b、及び 6 5 c の装着位置のレベルにおける、それぞれの弾性波発生手段 6 5 a、6 5 b 及び 6 5 c への弾性波の反射波の到来時間が異なる。したがって、各弾性波発生手段 6 5 を走査して、弾性波発生手段 6 5 a、6 5 b 及び 6 5 c における弾性波の反射波の到来時間を検出することにより、それぞれの弾性波発生手段 6 5 a、6 5 b

及び65cの装着位置のレベルにおけるインクの有無を検出することができる。したがって、インク残量を段階的に検出することができる。例えば、インク液面が弾性波発生手段65bと弾性波発生手段65cとの間のレベルであるとき、弾性波発生手段65cはインク無しを検出し、一方弾性波発生手段65b及び65aはインク有りと検出する。これらの結果を総合評価することで、インク液面が弾性波発生手段65bと弾性波発生手段65cとの間に位置していることが分かる。

図11は、本発明のインクカートリッジの更に他の実施例を示す。図11のインクカートリッジは、液面からの反射波の強度を上げるために、板材67をフロート68に取付けてインク液面を覆っている。板材67は、音響インピーダンスが高く、かつ耐インク性を備えた材料、例えばセラミックの板材によって形成される。

図12A、図12Bは、図11に示したインクカートリッジの他の実施例を示す。図12A、図12Bのインクカートリッジは、図11のインクカートリッジと同様に、液面からの反射波の強度を上げるために、板材67をフロート68に取付けてインク液面を覆っている。図12Aは、上下方向に斜めに形成された底面1aに、弾性波発生手段65が固定される。インク残量が少なくなり、弾性波発生手段65が液面から露出すると、弾性波発生手段65が発生した弾性波の反射波の弾性波発生手段65への到来時間が変化するので、弾性波発生手段65の装着位置のレベルにおけるインクの有無が検出できる。弾性波発生手段65が、上下方向に斜めに形成された底面1aに装着されているので、弾性波発生手段65がインク無しと検出した後でも、インクが容器1内に多少残されていることから、インクニアエンド時点のインク残量を検出することができる。

図12Bは、上下方向に斜めに形成された底面1aに、上下方向に間隔を設けて、複数の弾性波発生手段65a、65b及び65cが、容器1に設けられている。図12Bの実施例によれば、複数の弾性波発生手段65a、65b、及び65cのそれぞれの位置にインクが存在するか否かにより、それぞれの弾性波発生手段65a、65b及び65cの装着位置のレベルにおける反射波の弾性波発生手段65a、65b及び65cへの到来時間が異なる。したがって、各弾性波発

生手段 6 5 を走査して、各弾性波発生手段における反射波の到来時間を検出することにより、それぞれの弾性波発生手段 6 5 a、6 5 b 及び 6 5 c の装着位置のレベルにおけるインクの有無を検出することができる。例えば、インク液面が、弾性波発生手段 6 5 b と弾性波発生手段 6 5 c との間のレベルであるとき、弾性波発生手段 6 5 c はインク無しを検出し、一方弾性波発生手段 6 5 b 及び 6 5 a はインク有りと検出する。これらの結果を総合評価することで、インク液面が弾性波発生手段 6 5 b と弾性波発生手段 6 5 c との間に位置していることが分かる。

図 1 3 A、図 1 3 B は、本発明のインクカートリッジの更に他の実施例を示す。図 1 3 A に示したインクカートリッジは、容器 1 の内部に設けられた貫通孔 1 c に少なくとも一部が対向するようにインク吸収体 7 4 が、配置されている。弾性波発生手段 7 0 は、貫通孔 1 c に対向するように容器 1 の底面 1 a に固定される。図 1 3 B に示したインクカートリッジは、貫通孔 1 c に連通して形成された溝 1 h に対向させてインク吸収体 7 5 が、配置されている。

図 1 3 A、図 1 3 B に示した実施例によれば、容器 1 内のインクが消費されてインク吸収体 7 4 及び 7 5 がインクから露出すると、インク吸収体 7 4 及び 7 5 のインクが自重により流れ出して記録ヘッド 3 1 にインクを供給する。インクが消費され尽くすと、インク吸収体 7 4 及び 7 5 は、貫通孔 1 c に残存しているインクを吸い上げるので、貫通孔 1 c の凹部からインクが完全に排出される。そのため、インクエンド時において弾性波発生手段 7 0 が発生した弾性波の反射波の状態が変化するので、インクエンドを更に確実に検出することができる。

図 1 4 A、図 1 4 B、図 1 4 C は、貫通孔 1 c の更に他の実施例の平面を示す。図 1 4 A から図 1 4 C にそれぞれ示したように、貫通孔 1 c の平面形状は、弾性波発生手段が取り付け可能な形状であれば、円形、矩形、及び三角形などの任意の形状でよい。

図 1 5 A、図 1 5 B は、本発明のインクジェット記録装置の他の実施例の断面を示す。図 1 5 A は、インクジェット記録装置のみの断面を示す。図 1 5 B は、インクジェット記録装置にインクカートリッジ 2 7 2 が装着されたときの断面を示す。インクジェット記録用紙の幅方向に往復動可能なキャリッジ 2 5 0 は、下面に記録ヘッド 2 5 2 を有する。キャリッジ 2 5 0 は、記録ヘッド 2 5 2 の上面



にサブタンクユニット256を有する。サブタンクユニット256は、図6に示したサブタンクユニット33と同様の構成を有する。サブタンクユニット256は、インクカートリッジ272の搭載面側にインク供給針254を有する。キャリアリッジ250は、インクカートリッジ272を搭載する領域に、インクカートリッジ272の底部に対向するように凸部258を有する。凸部258は、圧電振動子などの弾性波発生手段260を有する。

図16A、図16Bは、図15A、図15Bに示した記録装置に適したインクカートリッジの実施例を示す。図16Aは、単色、例えばブラックインク用のインクカートリッジの実施例を示す。本実施例のインクカートリッジ272は、インクを収容する容器274と、記録装置のインク供給針254に接合するインク供給口276とを有する。容器274は、底面274aに、凸部258と係合する凹部278を有する。凹部278は、超音波伝達材、例えばゲル化材280を収容する。

インク供給口276は、パッキン282、弁体286、及びバネ284を有する。パッキン282は、インク供給針254と液密に係合する。弁体286は、バネ284によりパッキン282に常時弾接される。インク供給針254が、インク供給口276に挿入されると、弁体286がインク供給針254に押されてインク流路を開放する。容器274の上部には、インクカートリッジ272のインク等に関する情報を格納した半導体記憶手段288が装着されている。

図16Bは、複数種のインクを収容するインクカートリッジの実施例を示す。容器290は、壁により複数の領域、すなわち、3つのインク室292、294、296に分割される。それぞれのインク室292、294、及び296は、インク供給口298、300及び302を有する。容器290の底面290aの各インク室292、294、296に対向する領域には、弾性波発生手段260が発生した弾性波を伝達するためのゲル化材304、306、308が、筒状の凹部310、312、314に収容されている。

図15Bに示すように、インクカートリッジ272のインク供給口276をサブタンクユニット256のインク供給針254に挿通すると、弁体286がバネ284に抗して後退してインク流路が形成されるので、インクカートリッジ27

2内のインクがインク室262に流れ込む。インク室262にインクが充填された段階で、記録ヘッド252のノズル開口に負圧を作用させて記録ヘッド252にインクを充填した後、記録動作を実行する。記録動作により記録ヘッド252でインクが消費されると、膜弁266の下流側の圧力が低下するので、膜弁266が弁体270から離れて開弁する。膜弁266の開弁によりインク室262のインクが記録ヘッド252に流れ込む。記録ヘッド252へのインクの流入に伴ってインクカートリッジ272のインクが、サブタンクユニット256に流れ込む。

記録装置の動作期間中には、あらかじめ設定された検出のタイミング、例えば一定周期で弾性波発生手段260に駆動信号が供給される。弾性波発生手段260により発生された弾性波は、凸部258から放射され、インクカートリッジ272の底面274aのゲル化材280を伝搬してインクカートリッジ272内のインクに伝達される。図15A、図15Bではキャリッジ250に弾性波発生手段260を設けたが、弾性波発生手段260をサブタンクユニット256内に設けてもよい。

弾性波発生手段260が発生した弾性波はインク液中を伝搬するので、インク液の密度やインクの液面レベルによって、液面で反射された反射波が弾性波発生手段260へ到来する時間が変化する。したがって、インクの組成が一定である場合には液表面で生じる反射波の到来時間がインク量にだけ左右される。したがって、弾性波発生手段260の励起後のインク液表面からの反射波が弾性波発生手段260に到達するまでの時間を検出することにより、インクカートリッジ272内のインク量を検出することができる。また、弾性波発生手段260が発生する弾性波は、インクに含まれている粒子を振動させるので、顔料等の沈殿を防止する。

印刷動作やメンテナンス動作によりインクカートリッジ272内のインクがインクエンド近くまで減少して、弾性波発生手段260による弾性波発生後のインク液表面からの反射波が受信できなくなった場合には、インクニアエンドであると判定してインクカートリッジ272の交換を促すことができる。なお、インクカートリッジ272が規定通りにキャリッジ250に装着されていない場合には、

弾性波発生手段 260 による弾性波の伝搬形態が極端に変化する。これを利用し、弾性波の極端な変化を検知した場合には警報を発して、ユーザにインクカートリッジ 272 の点検を促すこともできる。

弾性波発生手段 260 が発生した弾性波の反射波の弾性波発生手段 260 への到来時間は、容器 274 に収容されているインクの密度により影響を受ける。インクの種類により、インクの密度がそれぞれ異なる場合があるので、インクカートリッジ 272 内に収容されているインクの種類に関するデータを半導体記憶手段 288 に格納し、それに応じた検出シーケンスを実行することによってインク残量をより正確に検出することができる。

図 17 は、本発明のインクカートリッジ 272 の他の実施例を示す。図 17 に示したインクカートリッジ 272 は、底面 274 a が上下方向に斜めに形成されている。図 17 のインクカートリッジ 272 は、インク残量が少なくなり、弾性波発生手段 260 の弾性波の照射領域の一部がインク液面から露出すると、弾性波発生手段 260 が発生した弾性波の反射波の弾性波発生手段 260 への到来時間が、インク液面の変化  $\Delta h_1$  に対応して連続的に変化する。 $\Delta h_1$  は、ゲル化材 280 の両端における底面 274 a の高さの差を示す。したがって、反射波の弾性波発生手段 260 への到来時間を検出することにより、インクニアエンド状態からインクエンドまでの過程を正確に検出することができる。

図 18 は、本発明のインクカートリッジ 272 及びインクジェット記録装置の更に他の実施例を示す。図 18 のインクジェット記録装置は、インクカートリッジ 272 のインク供給口 276 側の側面 274 b に凸部 258' を有する。凸部 258' は、弾性波発生手段 260' を含む。凸部 258' に係合するようにゲル化材 280' が、インクカートリッジ 272 の側面 274 b に設けられている。図 18 のインクカートリッジ 272 によれば、インク残量が少なくなり、弾性波発生手段 260' の弾性波の照射領域の一部が液面から露出すると、弾性波発生手段 260' が発生した弾性波の反射波の弾性波発生手段 260' への到来時間及び音響インピーダンスが、液面の変化  $\Delta h_2$  に対応して連続的に変化する。 $\Delta h_2$  は、ゲル化材 280' の上端と下端との高さの差を表す。したがって、反射波の弾性波発生手段 260' への到来時間又は音響インピーダンスの変化の度合い

を検出することにより、インクニアエンド状態からインクエンドまでの過程を正確に検出することができる。

なお、上述の実施例においては、容器 274 にインクを直接収容する形式のインクカートリッジに例を採って説明した。他の実施例として、容器 274 に多孔質弾性体を装填し、多孔質弾性体にインクを含浸させる形式のインクカートリッジに弾性波発生手段 260 を適用してもよい。更に、上述の実施例においては、液面での反射波に基づいてインク残量を検出する場合に、同一の弾性波発生手段 260 及び 260' により弾性波を送波及び受波した。本発明はこれに限定されるものではなく、たとえば他の実施例として弾性波の送波及び受波にそれぞれ異なった弾性波発生手段 260 を用いてもよい。

図 19 は、図 16 A、図 16 B に示したインクカートリッジ 272 の他の実施例を示す。インクカートリッジ 272 は、板材 316 をフロート 318 に取付けて、インク液面を覆うことで、インク液面からの反射波の強度を上げる。板材 316 は、音響インピーダンスが高く、かつ耐インク性を備えた材料、たとえばセラミック等で形成されることが好ましい。

図 20 A、図 20 B、図 20 C および図 21 は、圧電装置の一実施例であるアクチュエータ 106 の詳細および等価回路を示す。ここでいうアクチュエータは、少なくとも音響インピーダンスの変化を検知して液体容器内の液体の消費状態を検出する方法に用いられる。特に、残留振動により共振周波数の検出することで、少なくとも音響インピーダンスの変化を検知して液体容器内の液体の消費状態を検出する方法に用いられる。図 20 A は、アクチュエータ 106 の拡大平面図である。図 20 B は、アクチュエータ 106 の B-B 断面を示す。図 20 C は、アクチュエータ 106 の C-C 断面を示す。さらに図 21 (A) および図 21 (B) は、アクチュエータ 106 の等価回路を示す。また、図 21 (C) および図 21 (D) は、それぞれインクカートリッジ内にインクが満たされているときのアクチュエータ 106 を含む周辺およびその等価回路を示し、図 21 (E) および図 21 (F) は、それぞれインクカートリッジ内にインクが無いときのアクチュエータ 106 を含む周辺およびその等価回路を示す。

アクチュエータ 106 は、ほぼ中央に円形状の開口 161 を有する基板 178

と、開口 161 を被覆するように基板 178 の一方の面（以下、表面という）に配備される振動板 176 と、振動板 176 の表面の側に配置される圧電層 160 と、圧電層 160 を両方からはさみこむ上部電極 164 および下部電極 166 と、上部電極 164 と電氣的に結合する上部電極端子 168 と、下部電極 166 と電氣的に結合する下部電極端子 170 と、上部電極 164 および上部電極端子 168 の間に配設され、かつ両者を電氣的に結合する補助電極 172 と、を有する。圧電層 160、上部電極 164 および下部電極 166 はそれぞれの主要部として円形部分を有する。圧電層 160、上部電極 164 および下部電極 166 のそれぞれの円形部分は圧電素子を形成する。

振動板 176 は、基板 178 の表面に、開口 161 を覆うように形成される。キャビティ 162 は、振動板 176 の開口 161 と面する部分と基板 178 の表面の開口 161 とによって形成される。基板 178 の圧電素子とは反対側の面（以下、裏面という）は液体容器側に面しており、キャビティ 162 は液体と接触するように構成されている。キャビティ 162 内に液体が入っても基板 178 の表面側に液体が漏れないように、振動板 176 は基板 178 に対して液密に取り付けられる。

下部電極 166 は振動板 176 の表面、即ち液体容器とは反対側の面に位置しており、下部電極 166 の主要部である円形部分の中心と開口 161 の中心とがほぼ一致するように取り付けられている。なお、下部電極 166 の円形部分の面積が開口 161 の面積よりも小さくなるように設定されている。一方、下部電極 166 の表面側には、圧電層 160 が、その円形部分の中心と開口 161 の中心とがほぼ一致するように形成されている。圧電層 160 の円形部分の面積は、開口 161 の面積よりも小さく、かつ下部電極 166 の円形部分の面積よりも大きくなるように設定されている。

一方、圧電層 160 の表面側には、上部電極 164 が、その主要部である円形部分の中心と開口 161 の中心とがほぼ一致するように形成される。上部電極 164 の円形部分の面積は、開口 161 および圧電層 160 の円形部分の面積よりも小さく、かつ下部電極 166 の円形部分の面積よりも大きくなるよう設定されている。

したがって、圧電層 160 の主要部は、上部電極 164 の主要部と下部電極 166 の主要部とによって、それぞれ表面側と裏面側とから挟みこまれる構造となっていて、圧電層 160 を効果的に変形駆動することができる。圧電層 160、上部電極 164 および下部電極 166 のそれぞれの主要部である円形部分がアクチュエータ 106 における圧電素子を形成する。上述のように圧電素子は振動板 176 に接している。また、上部電極 164 の円形部分、圧電層 160 の円形部分、下部電極 166 の円形部分および開口 161 のうちで、面積が最も大きいのは開口 161 である。この構造によって、振動板 176 のうち実際に振動する振動領域は、開口 161 によって決定される。また、上部電極 164 の円形部分、圧電層 160 の円形部分および下部電極 166 の円形部分は開口 161 より面積が小さいので、振動板 176 がより振動しやすくなる。さらに、圧電層 160 と電氣的に接続する下部電極 166 の円形部分および上部電極 164 の円形部分のうち、下部電極 166 の円形部分の方が小さい。従って、下部端子 166 の円形部分が圧電層 160 のうち圧電効果を発生する部分を決定する。

上部電極端子 168 は、補助電極 172 を介して上部電極 164 と電氣的に接続するように振動板 176 の表面側に形成される。一方、下部電極端子 170 は、下部電極 166 に電氣的に接続するように振動板 176 の表面側に形成される。上部電極 164 は、圧電層 160 の表面側に形成されるため、上部電極端子 168 と接続する途中において、圧電層 160 の厚さと下部電極 166 の厚さとの和に等しい段差を有する必要がある。上部電極 164 だけでこの段差を形成することは難しく、かりに可能であったとしても上部電極 164 と上部電極端子 168 との接続状態が弱くなってしまい、切断してしまう危険がある。そこで、補助電極 172 を補助部材として用いて上部電極 164 と上部電極端子 168 とを接続させている。このようにすることで、圧電層 160 も上部電極 164 も補助電極 172 に支持された構造となり、所望の機械的強度を得ることができ、また上部電極 164 と上部電極端子 168 との接続を確実にすることが可能となる。

なお、圧電素子と振動板 176 のうちの圧電素子に直面する振動領域とが、アクチュエータ 106 において実際に振動する振動部である。また、アクチュエータ 106 に含まれる部材は、互いに焼成されることによって一体的に形成される

ことが好ましい。アクチュエータ 106 を一体的に形成することによって、アクチュエータ 106 の取り扱いが容易になる。さらに、基板 178 の強度を高めることによって振動特性が向上する。即ち、基板 178 の強度を高めることによって、アクチュエータ 106 の振動部のみが振動し、アクチュエータ 106 のうち振動部以外の部分が振動しない。また、アクチュエータ 106 の振動部以外の部分が振動しないためには、基板 178 の強度を高めるのに対し、アクチュエータ 106 の圧電素子を薄くかつ小さくし、振動板 176 を薄くすることによって達成できる。

圧電層 160 の材料としては、ジルコン酸チタン酸鉛 (PZT)、ジルコン酸チタン酸鉛ランタン (PLZT) または鉛を使用しない鉛レス圧電膜を用いることが好ましく、基板 178 の材料としてジルコニアまたはアルミナを用いることが好ましい。また、振動板 176 には、基板 178 と同じ材料を用いることが好ましい。上部電極 164、下部電極 166、上部電極端子 168 および下部電極端子 170 は、導電性を有する材料、例えば、金、銀、銅、プラチナ、アルミニウム、ニッケルなどの金属を用いることができる。

上述したように構成されるアクチュエータ 106 は、液体を収容する容器に適用することができる。例えば、インクジェット記録装置に用いられるインカートリッジやインクタンク、あるいは記録ヘッドを洗浄するための洗浄液を収容した容器などに装着することができる。

図 20A、図 20B、図 20C および図 21 に示されるアクチュエータ 106 は、液体容器の所定の場所に、キャビティ 162 を液体容器内に収容される液体と接触するように装着される。液体容器に液体が十分に収容されている場合には、キャビティ 162 内およびその外側は液体によって満たされている。一方、液体容器の液体が消費され、アクチュエータの装着位置以下まで液面が降下すると、キャビティ 162 内には液体は存在しないか、あるいはキャビティ 162 内にのみ液体が残存されその外側には気体が存在する状態となる。アクチュエータ 106 は、この状態の変化に起因する、少なくとも音響インピーダンスの相違を検出する。それによって、アクチュエータ 106 は、液体容器に液体が十分に収容されている状態であるか、あるいはある一定以上の液体が消費された状態であるか

を検知することができる。さらに、アクチュエータ 106 は、液体容器内の液体の種類も検出することが可能である。

ここでアクチュエータによる液面検出の原理について説明する。

媒体の音響インピーダンスの変化を検出するには、媒体のインピーダンス特性またはアドミッタンス特性を測定する。インピーダンス特性またはアドミッタンス特性を測定する場合には、例えば伝送回路を利用することができる。伝送回路は、媒体に一定電圧を印加し、周波数を変えて媒体に流れる電流を測定する。または、伝送回路は、媒体に一定電流を供給し、周波数を変えて媒体に印加される電圧を測定する。伝送回路で測定された電流値または電圧値の変化は音響インピーダンスの変化を示す。また、電流値または電圧値が極大または極小となる周波数  $f_m$  の変化も音響インピーダンスの変化を示す。

上記の方法とは別に、アクチュエータは、液体の音響インピーダンスの変化を共振周波数のみの変化を用いて検出することができる。液体の音響インピーダンスの変化を利用する方法として、アクチュエータの振動部が振動した後に振動部に残留する残留振動によって生ずる逆起電力を測定することによって共振周波数を検出する方法を用いる場合には、例えば圧電素子を利用することができる。圧電素子は、アクチュエータの振動部に残留する残留振動により逆起電力を発生する素子であり、アクチュエータの振動部の振幅によって逆起電力の大きさが変化する。従って、アクチュエータの振動部の振幅が大きいほど検出がしやすい。また、アクチュエータの振動部における残留振動の周波数によって逆起電力の大きさが変化する周期が変わる。従って、アクチュエータの振動部の周波数は逆起電力の周波数に対応する。ここで、共振周波数は、アクチュエータの振動部と振動部に接する媒体との共振状態における周波数をいう。

共振周波数  $f_s$  を得るために、振動部と媒体とが共振状態であるときの逆起電力測定によって得られた波形をフーリエ変換する。アクチュエータの振動は、一方向だけの変形ではなく、たわみや伸長等様々な変形をとまなうので、共振周波数  $f_s$  を含め様々な周波数を有する。よって、圧電素子と媒体とが共振状態であるときの逆起電力の波形をフーリエ変換し、最も支配的な周波数成分を特定することで、共振周波数  $f_s$  を判断する。



周波数  $f_m$  は、媒体のアドミッタンスが極大またはインピーダンスが極小であるときの周波数である。共振周波数  $f_s$  とすると、周波数  $f_m$  は、媒体の誘電損失または機械的損失などによって、共振周波数  $f_s$  に対しわずかな誤差を生ずる。しかし、実測される周波数  $f_m$  から共振周波数  $f_s$  を導出することは手間がかかるため、一般には、周波数  $f_m$  を共振周波数に代えて使用する。ここで、アクチュエータ 106 の出力を伝送回路に入力することで、アクチュエータ 106 は少なくとも音響インピーダンスを検出することができる。

媒体のインピーダンス特性またはアドミッタンス特性を測定し周波数  $f_m$  を測定する方法と、アクチュエータの振動部における残留振動振動によって生ずる逆起電力を測定することによって共振周波数  $f_s$  を測定する方法と、によって特定される共振周波数に差がほとんど無いことが実験によって証明されている。

アクチュエータ 106 の振動領域は、振動板 176 のうち開口 161 によって決定されるキャビティ 162 を構成する部分である。液体容器内に液体が十分に収容されている場合には、キャビティ 162 内には、液体が満たされ、振動領域は液体容器内の液体と接触する。一方で、液体容器内に液体が充分でない場合には、振動領域は液体容器内のキャビティに残った液体と接するか、あるいは液体と接触せず、気体または真空と接触する。

本発明のアクチュエータ 106 にはキャビティ 162 が設けられ、それによって、アクチュエータ 106 の振動領域に液体容器内の液体が残るように設計できる。その理由は次の通りである。

アクチュエータの液体容器への取り付け位置や取り付け角度によっては、液体容器内の液体の液面がアクチュエータの装着位置よりも下方にあるにもかかわらず、アクチュエータの振動領域に液体が付着してしまう場合がある。振動領域における液体の有無だけでアクチュエータが液体の有無を検出している場合には、アクチュエータの振動領域に付着した液体が液体の有無の正確な検出を妨げる。たとえば、液面がアクチュエータの装着位置よりも下方にある状態のとき、キャリッジの往復移動などにより液体容器が揺動して液体が波うち、振動領域に液滴が付着してしまうと、アクチュエータは液体容器内に液体が充分にあるとの誤った判断をしてしまう。そこで、逆にそこに液体を残存した場合であっても液体の

有無を正確に検出するように設計されたキャビティを積極的に設けることで、液体容器が揺動して液面が波立ったとしても、アクチュエータの誤動作を防止することができる。このように、キャビティを有するアクチュエータを用いることで、誤動作を防ぐことができる。

また、図21(E)に示すように、液体容器内に液体が無く、アクチュエータ106のキャビティ162に液体容器内の液体が残っている場合を、液体の有無の閾値とする。すなわち、キャビティ162の周辺に液体が無く、この閾値よりキャビティ内の液体が少ない場合は、インク無しと判断し、キャビティ162の周辺に液体が有り、この閾値より液体が多い場合は、インク有りと判断する。例えば、アクチュエータ106を液体容器の側壁に装着した場合、液体容器内の液体がアクチュエータの装着位置よりも下にある場合をインク無しと判断し、液体容器内の液体がアクチュエータの装着位置より上にある場合をインク有りと判断する。このように閾値を設定することによって、キャビティ内のインクが乾燥してインクが無くなったときであってもインク無しと判断し、キャビティ内のインクが無くなったところにキャリッジの揺れなどで再度インクがキャビティに付着しても閾値を越えないので、インク無しと判断することができる。

ここで、図20A、図20B、図20Cおよび図21を参照しながら逆起電力の測定による媒体とアクチュエータ106の振動部との共振周波数から液体容器内の液体の状態を検出する動作および原理について説明する。アクチュエータ106において、上部電極端子168および下部電極端子170を介して、それぞれ上部電極164および下部電極166に電圧を印加する。圧電層160のうち、上部電極164および下部電極166に挟まれた部分には電界が生じる。その電界によって、圧電層160は変形する。圧電層160が変形することによって振動板176のうちの振動領域がたわみ振動する。圧電層160が変形した後しばらくは、たわみ振動がアクチュエータ106の振動部に残留する。

残留振動は、アクチュエータ106の振動部と媒体との自由振動である。従って、圧電層160に印加する電圧をパルス波形あるいは矩形波とすることで、電圧を印加した後に振動部と媒体との共振状態を容易に得ることができる。残留振動は、アクチュエータ106の振動部を振動させるため、圧電層160をも変形

する。従って、圧電層 160 は逆起電力を発生する。その逆起電力は、上部電極 164、下部電極 166、上部電極端子 168 および下部電極端子 170 を介して検出される。検出された逆起電力によって、共振周波数が特定できるため、液体容器内の液体の状態を検出することができる。

一般に、共振周波数  $f_s$  は、

$$f_s = 1 / (2 * \pi * (M * C_{act})^{1/2}) \quad (式1)$$

で表される。ここで、 $M$  は振動部のイナータンス  $M_{act}$  と付加イナータンス  $M'$  との和である。 $C_{act}$  は振動部のコンプライアンスである。

図 20 C は、本実施例において、キャビティにインクが残存していないときのアクチュエータ 106 の断面図である。図 21 (A) および図 21 (B) は、キャビティにインクが残存していないときのアクチュエータ 106 の振動部およびキャビティ 162 の等価回路である。

$M_{act}$  は、振動部の厚さと振動部の密度との積を振動部の面積で除したものであり、さらに詳細には、図 21 (A) に示すように、

$$M_{act} = M_{pzt} + M_{electrode1} + M_{electrode2} + M_{vib} \quad (式2)$$

と表される。ここで、 $M_{pzt}$  は、振動部における圧電層 160 の厚さと圧電層 160 の密度との積を圧電層 160 の面積で除したものである。 $M_{electrode1}$  は、振動部における上部電極 164 の厚さと上部電極 164 の密度との積を上部電極 164 の面積で除したものである。 $M_{electrode2}$  は、振動部における下部電極 166 の厚さと下部電極 166 の密度との積を下部電極 166 の面積で除したものである。 $M_{vib}$  は、振動部における振動板 176 の厚さと振動板 176 の密度との積を振動板 176 の振動領域の面積で除したものである。ただし、 $M_{act}$  を振動部全体としての厚さ、密度および面積から算出できるように、本実施例では、圧電層 160、上部電極 164、下部電極 166 および振動板 176 の振動領域のそれぞれの面積は、上述のような大小関係を有するものの、相互の面積の差は微小であることが好ましい。また、本実施例において、圧電層 160、上部電極 164 および下部電極 166 においては、それらの主要部である円形部分以外の部分は、主要部に対して無視できるほど微小であることが好ましい。

従って、アクチュエータ 106 において、 $M_{act}$  は、上部電極 164、下部電極

166、圧電層160および振動板176のうちの振動領域のそれぞれのイナータンスの和である。また、コンプライアンスCactは、上部電極164、下部電極166、圧電層160および振動板176のうちの振動領域によって形成される部分のコンプライアンスである。

尚、図21(A)、図21(B)、図21(D)、図21(F)は、アクチュエータ106の振動部およびキャビティ162の等価回路を示すが、これらの等価回路において、Cactはアクチュエータ106の振動部のコンプライアンスを示す。Cpzt、Celectrode1、Celectrode2およびCvibはそれぞれ振動部における圧電層160、上部電極164、下部電極166および振動板176のコンプライアンスを示す。Cactは、以下の式3で表される。

$$1/Cact = (1/Cpzt) + (1/Celectrode1) + (1/Celectrode2) + (1/Cvib) \quad (式3)$$

式2および式3より、図21(A)は、図21(B)のように表すこともできる。

コンプライアンスCactは、振動部の単位面積に圧力をかけたときの変形によって媒体を受容できる体積を表す。また、コンプライアンスCactは、変形のし易さを表すといってもよい。

図21(C)は、液体容器に液体が十分に収容され、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が満たされている場合のアクチュエータ106の断面図を示す。図21(C)のM' maxは、液体容器に液体が十分に収容され、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が満たされている場合の付加イナータンスの最大値を表す。M' maxは、

$$M' max = (\pi * \rho / (2 * k^3)) * (2 * (2 * k * a)^3 / (3 * \pi)) / (\pi * a^3) \quad (式4) \quad (a \text{ は振動部の半径、} \rho \text{ は媒体の密度、} k \text{ は波数である。})$$

で表される。尚、式4は、アクチュエータ106の振動領域が半径aの円形である場合に成立する。付加イナータンスM'は、振動部の付近にある媒体の作用によって、振動部の質量が見かけ上増加していることを示す量である。式4からわかるように、M' maxは振動部の半径aと、媒体の密度ρとによって大きく変化する。

波数kは、

$$k = 2 * \pi * f_{act} / c \quad (\text{式 5})$$

(factは液体が触れていないときの振動部の共振周波数である。cは媒体中を伝播する音響の速度である。)

で表される。

図 2 1 (D)は、液体容器に液体が十分に収容され、アクチュエータ 1 0 6 の振動領域の周辺に液体が満たされている図 2 1 (C)の場合のアクチュエータ 1 0 6 の振動部およびキャビティ 1 6 2 の等価回路を示す。

図 2 1 (E)は、液体容器の液体が消費され、アクチュエータ 1 0 6 の振動領域の周辺に液体が無いものの、アクチュエータ 1 0 6 のキャビティ 1 6 2 内には液体が残存している場合のアクチュエータ 1 0 6 の断面図を示す。式 4 は、例えば、液体容器に液体が満たされている場合に、インクの密度  $\rho$  などから決定される最大のイナータンス  $M'_{max}$  を表す式である。一方、液体容器内の液体が消費され、キャビティ 1 6 2 内に液体が残留しつつアクチュエータ 1 0 6 の振動領域の周辺にある液体が気体または真空になった場合には、

$$M' = \rho * t / S \quad (\text{式 6})$$

と表せる。t は、振動にかかわる媒体の厚さである。S は、アクチュエータ 1 0 6 の振動領域の面積である。この振動領域が半径 a の円形の場合は、 $S = \pi * a^2$  である。従って、付加イナータンス  $M'$  は、液体容器に液体が十分に収容され、アクチュエータ 1 0 6 の振動領域の周辺に液体が満たされている場合には、式 4 に従う。一方で、液体が消費され、キャビティ 1 6 2 内に液体が残留しつつアクチュエータ 1 0 6 の振動領域の周辺にある液体が気体または真空になった場合には、式 6 に従う。

ここで、図 2 1 (E)のように、液体容器の液体が消費され、アクチュエータ 1 0 6 の振動領域の周辺に液体が無いものの、アクチュエータ 1 0 6 のキャビティ 1 6 2 内には液体が残存している場合の付加イナータンス  $M'$  を便宜的に  $M'_{cav}$  とし、アクチュエータ 1 0 6 の振動領域の周辺に液体が満たされている場合の付加イナータンス  $M'_{max}$  と区別する。

図 2 1 (F)は、液体容器の液体が消費され、アクチュエータ 1 0 6 の振動領域の周辺に液体が無いものの、アクチュエータ 1 0 6 のキャビティ 1 6 2 内には

液体が残存している図 2 1 (E) の場合のアクチュエータ 1 0 6 の振動部およびキャビティ 1 6 2 の等価回路を示す。

ここで、媒体の状態に関係するパラメータは、式 6 において、媒体の密度  $\rho$  および媒体の厚さ  $t$  である。液体容器内に液体が十分に収容されている場合は、アクチュエータ 1 0 6 の振動部に液体が接触し、液体容器内に液体が十分に収容されていない場合は、キャビティ内部に液体が残存するか、もしくはアクチュエータ 1 0 6 の振動部に気体または真空が接触する。アクチュエータ 1 0 6 の周辺の液体が消費され、図 2 1 (C) の  $M'_{\max}$  から図 2 1 (E) の  $M'_{\text{cav}}$  へ移行する過程における付加イナータンスを  $M'_{\text{var}}$  とすると、液体容器内の液体の収容状態によって、媒体の厚さ  $t$  が変化するため、付加イナータンス  $M'_{\text{var}}$  が変化し、共振周波数  $f_s$  も変化することになる。従って、共振周波数  $f_s$  を特定することによって、液体容器内の液体の有無を検出することができる。ここで、図 2 1 (E) に示すように  $t = d$  とした場合、式 6 を用いて  $M'_{\text{cav}}$  を表すと、式 6 の  $t$  にキャビティの深さ  $d$  を代入し、

$$M'_{\text{cav}} = \rho * d / S \quad (\text{式 7})$$

となる。

また、媒体が互いに種類の異なる液体であっても、組成の違いによって密度  $\rho$  が異なるため、付加イナータンス  $M'$  が変化し、共振周波数  $f_s$  も変化する。従って、共振周波数  $f_s$  を特定することで、液体の種類を検出できる。

尚、アクチュエータ 1 0 6 の振動部にインクまたは空気のいずれか一方のみが接触し、混在していない場合には、式 4 によって計算しても、 $M'$  の相違を検出できる。

図 2 2 A は、インクタンク内のインクの量とインクおよび振動部の共振周波数  $f_s$  との関係を示すグラフである。ここでは液体の 1 例としてインクについて説明する。縦軸は、共振周波数  $f_s$  を示し、横軸は、インク量を示す。インク組成が一定であるとき、インク残量の低下に伴い、共振周波数  $f_s$  は、上昇する。

インク容器にインクが十分に収容され、アクチュエータ 1 0 6 の振動領域の周辺にインクが満たされている場合には、その最大付加イナータンス  $M'_{\max}$  は式 4 に表わされる値となる。一方で、インクが消費され、キャビティ 1 6 2 内に液体

が残留しつつアクチュエータ 106 の振動領域の周辺にインクが満たされていないときには、付加イナータンス  $M'_{var}$  は、媒体の厚さ  $t$  に基づいて式 6 によって算出される。式 6 中の  $t$  は振動にかかわる媒体の厚さであるから、アクチュエータ 106 のキャビティ 162 の  $d$  (図 20B 参照) を小さく、即ち、基板 178 を十分に薄くすることによって、インクが徐々に消費されていく過程を検出することもできる (図 21 (C) 参照)。ここで、 $t_{ink}$  は振動にかかわるインクの厚さとし、 $t_{ink-max}$  は  $M'_{max}$  における  $t_{ink}$  とする。例えば、インクカートリッジの底面にアクチュエータ 106 をインクの液面に対してほぼ水平に配備する。インクが消費され、インクの液面がアクチュエータ 106 から  $t_{ink-max}$  の高さ以下に達すると、式 6 により  $M'_{var}$  が徐々に変化し、式 1 により共振周波数  $f_s$  が徐々に変化する。従って、インクの液面が  $t$  の範囲内にある限り、アクチュエータ 106 はインクの消費状態を徐々に検出することができる。

また、アクチュエータ 106 の振動領域を大きくまたは長くし、かつ縦に配置することによってインクの消費による液面の位置にしたがって、式 6 中の  $S$  が変化する。従って、アクチュエータ 106 はインクが徐々に消費されていく過程を検出することもできる。例えば、インクカートリッジの側壁にアクチュエータ 106 をインクの液面に対してほぼ垂直に配備する。インクが消費され、インクの液面がアクチュエータ 106 の振動領域に達すると、水位の低下に伴い付加イナータンス  $M'$  が減少するので、式 1 により共振周波数  $f_s$  が徐々に増加する。従って、インクの液面が、キャビティ 162 の径  $2a$  (図 21 (C) 参照) の範囲内にある限り、アクチュエータ 106 はインクの消費状態を徐々に検出することができる。

図 22A の曲線 X は、アクチュエータ 106 のキャビティ 162 を十分に浅くした場合や、アクチュエータ 106 の振動領域を十分に大きくまたは長くした場合のインクタンク内に収容されたインクの量とインクおよび振動部の共振周波数  $f_s$  との関係を表わしている。インクタンク内のインクの量が減少するとともに、インクおよび振動部の共振周波数  $f_s$  が徐々に変化していく様子が理解できる。

より詳細には、インクが徐々に消費されていく過程を検出することができる場合とは、アクチュエータ 106 の振動領域の周辺において、互いに密度が異なる

液体と気体とがともに存在し、かつ振動にかかわる場合である。インクが徐々に消費されていくに従って、アクチュエータ 106 の振動領域周辺において振動にかかわる媒体は、液体が減少する一方で気体が増加する。例えば、アクチュエータ 106 をインクの液面に対して水平に配備した場合であって、 $t_{ink}$  が  $t_{ink-max}$  より小さいときには、アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体はインクと気体との両方を含む。したがって、アクチュエータ 106 の振動領域の面積  $S$  とすると、式 4 の  $M'_{max}$  以下になった状態をインクと気体の付加質量で表すと、

$$M' = M'_{air} + M'_{ink} = \rho_{air} * t_{air} / S + \rho_{ink} * t_{ink} / S \quad (\text{式 8})$$

となる。ここで、 $M'_{air}$  は空気のイナータンスであり、 $M'_{ink}$  はインクのイナータンスである。 $\rho_{air}$  は空気の密度であり、 $\rho_{ink}$  はインクの密度である。 $t_{air}$  は振動にかかわる空気の厚さであり、 $t_{ink}$  は振動にかかわるインクの厚さである。アクチュエータ 106 の振動領域周辺における振動にかかわる媒体のうち、液体が減少して気体が増加するに従い、アクチュエータ 106 がインクの液面に対しほぼ水平に配備されている場合には、 $t_{air}$  が増加し、 $t_{ink}$  が減少する。それによって、 $M'_{var}$  が徐々に減少し、共振周波数が徐々に増加する。よって、インクタンク内に残存しているインクの量またはインクの消費量を検出することができる。尚、式 7 において液体の密度のみの式となっているのは、液体の密度に対して、空気の密度が無視できるほど小さい場合を想定しているからである。

アクチュエータ 106 がインクの液面に対しほぼ垂直に配備されている場合には、アクチュエータ 106 の振動領域のうち、アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体がインクのみ領域と、アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体が気体の領域との並列の等価回路（図示せず）と考えられる。アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体がインクのみ領域の面積を  $S_{ink}$  とし、アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体が気体のみの領域の面積を  $S_{air}$  とすると、

$$1/M' = 1/M'_{air} + 1/M'_{ink} = S_{air} / (\rho_{air} * t_{air}) + S_{ink} / (\rho_{ink} * t_{ink}) \quad (\text{式 9})$$

となる。

尚、式 9 は、アクチュエータ 106 のキャビティにインクが保持されない場合に適用される。アクチュエータ 106 のキャビティにインクが保持される場合に



については、式7、式8および式9によって計算することができる。

一方、基板178が厚く、即ち、キャビティ162の深さ $d$ が深く、 $d$ が媒体の厚さ $t_{ink-max}$ に比較的近い場合や、液体容器の高さに比して振動領域が非常に小さいアクチュエータを用いる場合には、実際上はインクが徐々に減少する過程を検出するというよりはインクの液面がアクチュエータの装着位置より上位置か下位置かを検出することになる。換言すると、アクチュエータの振動領域におけるインクの有無を検出することになる。例えば、図22Aの曲線Yは、小さい円形の振動領域の場合におけるインクタンク内のインクの量とインクおよび振動部の共振周波数 $f_s$ との関係を示す。インクタンク内のインクの液面がアクチュエータの装着位置を通過する前後におけるインク量 $Q$ の間で、インクおよび振動部の共振周波数 $f_s$ が激しく変化している様子が示される。このことから、インクタンク内にインクが所定量残存しているか否かを検出することができる。

図22Bは、図22Aの曲線Yにおけるインクの密度とインクおよび振動部の共振周波数 $f_s$ との関係を示す。液体の例としてインクを挙げている。

図22Bに示すように、インク密度が高くなると、付加イナータンスが大きくなるので共振周波数 $f_s$ が低下する。すなわち、インクの種類によって共振周波数 $f_s$ が異なる。したがって共振周波数 $f_s$ を測定することによって、インクを再充填する際に、密度の異なったインクが混入されていないか確認することができる。

つまり、互いに種類の異なるインクを収容するインクタンクを識別できる。

続いて、液体容器内の液体が空の状態であってもアクチュエータ106のキャビティ162内に液体が残存するようにキャビティのサイズと形状を設定した時の、液体の状態を正確に検出できる条件を詳述する。アクチュエータ106は、キャビティ162内に液体が満たされている場合に液体の状態を検出できれば、キャビティ162内に液体が満たされていない場合であっても液体の状態を検出できる。

共振周波数 $f_s$ は、イナータンス $M$ の関数である。イナータンス $M$ は、振動部のイナータンス $M_{act}$ と付加イナータンス $M'$ との和である。ここで、付加イナータンス $M'$ が液体の状態と関係する。付加イナータンス $M'$ は、振動部の付近にあ

る媒体の作用によって振動部の質量が見かけ上増加していることを示す量である。即ち、振動部の振動によって見かけ上媒体を吸収することによる振動部の質量の増加分をいう。

従って、 $M'_{cav}$ が式4における $M'_{max}$ よりも大きい場合には、見かけ上吸収する媒体は全てキャビティ162内に残存する液体である。よって、液体容器内に液体が満たされている状態と同じである。この場合には $M'$ が変化しないので、共振周波数 $f_s$ も変化しない。従って、アクチュエータ106は、液体容器内の液体の状態を検出できないことになる。

一方、 $M'_{cav}$ が式4における $M'_{max}$ よりも小さい場合には、見かけ上吸収する媒体はキャビティ162内に残存する液体および液体容器内の気体または真空である。このときには液体容器内に液体が満たされている状態とは異なり $M'$ が変化するので、共振周波数 $f_s$ が変化する。従って、アクチュエータ106は、液体容器内の液体の状態を検出できる。

即ち、液体容器内の液体が空の状態、アクチュエータ106のキャビティ162内に液体が残存する場合に、アクチュエータ106が液体の状態を正確に検出できる条件は、 $M'_{cav}$ が $M'_{max}$ よりも小さいことである。尚、アクチュエータ106が液体の状態を正確に検出できる条件 $M'_{max} > M'_{cav}$ は、キャビティ162の形状にかかわらない。

ここで、 $M'_{cav}$ は、キャビティ162の容量とほぼ等しい容量の液体の質量である。従って、 $M'_{max} > M'_{cav}$ の不等式から、アクチュエータ106が液体の状態を正確に検出できる条件は、キャビティ162の容量の条件として表すことができる。例えば、円形状のキャビティ162の開口161の半径を $a$ とし、およびキャビティ162の深さを $d$ とすると、

$$M'_{max} > \rho * d / \pi a^2 \quad (\text{式10})$$

である。式10を展開すると

$$a / d > 3 * \pi / 8 \quad (\text{式11})$$

という条件が求められる。尚、式10、式11は、キャビティ162の形状が円形の場合に限り成立する。円形でない場合の $M'_{max}$ の式を用い、式10中の $\pi a^2$ をその面積と置き換えて計算すれば、キャビティの幅および長さ等のディメンジ

ヨンと深さの関係が導き出せる。

従って、式 1 1 を満たす開口 1 6 1 の半径  $a$  およびキャビティ 1 6 2 の深さ  $d$  であるキャビティ 1 6 2 を有するアクチュエータ 1 0 6 であれば、液体容器内の液体が空の状態であって、かつキャビティ 1 6 2 内に液体が残存する場合であっても、誤作動することなく液体の状態を検出できる。

付加イナータンス  $M'$  は音響インピーダンス特性にも影響するので、残留振動によりアクチュエータ 1 0 6 に発生する逆起電力を測定する方法は、少なくとも音響インピーダンスの変化を検出しているともいえる。

また、本実施例によれば、アクチュエータ 1 0 6 が振動を発生してその後の残留振動によりアクチュエータ 1 0 6 に発生する逆起電力を測定している。しかし、アクチュエータ 1 0 6 の振動部が駆動電圧による自らの振動によって液体に振動を与えることは必ずしも必要ではない。即ち、振動部が自ら発振しなくても、それと接触しているある範囲の液体と共に振動することで、圧電層 1 6 0 がたわみ変形する。この残留振動が圧電層 1 6 0 に逆起電力電圧を発生させ、上部電極 1 6 4 および下部電極 1 6 6 にその逆起電力電圧を伝達する。この現象を利用することで媒体の状態を検出してもよい。例えば、インクジェット記録装置において、印字時における印字ヘッドの走査によるキャリッジの往復運動による振動によって発生するアクチュエータの振動部の周囲の振動を利用してインクタンクまたはその内部のインクの状態を検出してもよい。

図 2 3 A および図 2 3 B は、アクチュエータ 1 0 6 を振動させた後の、アクチュエータ 1 0 6 の残留振動の波形と残留振動の測定方法とを示す。インクカートリッジ内のアクチュエータ 1 0 6 の装着位置レベルにおけるインク水位の上下は、アクチュエータ 1 0 6 が発振した後の残留振動の周波数変化や、振幅の変化によって検出することができる。図 2 3 A および図 2 3 B において、縦軸はアクチュエータ 1 0 6 の残留振動によって発生した逆起電力の電圧を示し、横軸は時間を示す。アクチュエータ 1 0 6 の残留振動によって、図 2 3 A および図 2 3 B に示すように電圧のアナログ信号の波形が発生する。次に、アナログ信号を、信号の周波数に対応するデジタル数値に変換する。

図 2 3 A および図 2 3 B に示した例においては、アナログ信号の 4 パルス目

から8パルス目までの4個のパルスが生じる時間を計測することによって、インクの有無を検出する。

より詳細には、アクチュエータ106が発振した後、予め設定された所定の基準電圧を低電圧側から高電圧側へ横切る回数をカウントする。デジタル信号を4カウントから8カウントまでの間をHighとし、所定のクロックパルスによって4カウントから8カウントまでの時間を計測する。

図23Aはアクチュエータ106の装着位置レベルよりも上位にインク液面があるときの波形である。一方、図23Bはアクチュエータ106の装着位置レベルにおいてインクが無いときの波形である。図23Aと図23Bとを比較すると、図23Aの方が図23Bよりも4カウントから8カウントまでの時間が長いことがわかる。換言すると、インクの有無によって4カウントから8カウントまでの時間が異なる。この時間の相違を利用して、インクの消費状態を検出することができる。アナログ波形の4カウント目から数えるのは、アクチュエータ106の振動が安定してから計測をはじめるためである。4カウント目からとしたのは単なる一例であって、任意のカウントから数えてもよい。ここでは、4カウント目から8カウント目までの信号を検出し、所定のクロックパルスによって4カウント目から8カウント目までの時間を測定する。それによって、共振周波数を求める。クロックパルスは、インクカートリッジに取り付けられる半導体記憶装置等を制御するためのクロックと等しいクロックのパルスであることが好ましい。尚、8カウント目までの時間を測定する必要は無く、任意のカウントまで数えてもよい。図23A、図23Bにおいては、4カウント目から8カウント目までの時間を測定しているが周波数を検出する回路構成にしたがって、異なったカウント間隔内の時間を検出してもよい。

例えば、インクの品質が安定していてピークの振幅の変動が小さい場合には、検出の速度を上げるために4カウント目から6カウント目までの時間を検出することにより共振周波数を求めてもよい。また、インクの品質が不安定でパルスの振幅の変動が大きい場合には、残留振動を正確に検出するために4カウント目から12カウント目までの時間を検出してもよい。

また、他の実施例として所定期間内における逆起電力の電圧波形の波数を数え

てもよい（図示せず）。この方法によっても共振周波数を求めることができる。より詳細には、アクチュエータ 106 が発振した後、所定期間だけデジタル信号を High とし、所定の基準電圧を低電圧側から高電圧側へ横切る回数をカウントする。そのカウント数を計測することによってインクの有無を検出できるのである。

さらに、図 23 A および図 23 B を比較して分かるように、インクがインクカートリッジ内に満たされている場合とインクがインクカートリッジ内に無い場合とでは、逆起電力波形の振幅が異なる。従って、共振周波数を求めることなく、逆起電力波形の振幅を測定することによっても、インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出してもよい。より詳細には、例えば、図 23 A の逆起電力波形の頂点と図 23 B の逆起電力波形の頂点との間に基準電圧を設定する。アクチュエータ 106 が発振した後、所定時間にデジタル信号を High とし、逆起電力波形が基準電圧を横切った場合には、インクが無いと判断する。逆起電力波形が基準電圧を横切らない場合には、インクが有ると判断する。

図 24 は、アクチュエータ 106 の製造方法を示す。複数のアクチュエータ 106（図 24 の例では 4 個）が一体に形成されている。図 24 に示した複数のアクチュエータの一体成形物を、それぞれのアクチュエータ 106 において切断することにより、図 25 に示すアクチュエータ 106 を製造する。図 24 に示す一体成形された複数のアクチュエータ 106 のそれぞれの圧電素子が円形である場合、一体成形物をそれぞれのアクチュエータ 106 において切断することにより、図 20 A、図 20 B、図 20 C に示すアクチュエータ 106 を製造することができる。複数のアクチュエータ 106 を一体に形成することにより、複数のアクチュエータ 106 を同時に効率良く製造することができ、運搬時の取り扱いが容易となる。

アクチュエータ 106 は、薄板又は振動板 176、基板 178、弾性波発生手段又は圧電素子 174、端子形成部材又は上部電極端子 168、及び端子形成部材又は下部電極端子 170 を有する。圧電素子 174 は、圧電振動板又は圧電層 160、上電極又は上部電極 164、及び下電極又は下部電極 166 を含む。基板 178 の上面に振動板 176 が、形成され、振動板 176 の上面に下部電極 1

6 6 が形成されている。下部電極 1 6 6 の上面には、圧電層 1 6 0 が形成され、圧電層 1 6 0 の上面に、上部電極 1 6 4 が、形成されている。したがって、圧電層 1 6 0 の主要部は、上部電極 1 6 4 の主要部及び下部電極 1 6 6 の主要部によって、上下から挟まれるように形成されている。

振動板 1 7 6 上に複数（図 2 4 の例では 4 個）の圧電素子 1 7 4 が形成されている。振動板 1 7 6 の表面に下部電極 1 6 6 が形成され、下部電極 1 6 6 の表面に圧電層 1 6 0 が形成され、圧電層 1 6 0 の上面に上部電極 1 6 4 が形成される。上部電極 1 6 4 及び下部電極 1 6 6 の端部に上部電極端子 1 6 8 及び下部電極端子 1 7 0 が形成される。4 個のアクチュエータ 1 0 6 は、それぞれ別々に切断されて個別に使用される。

図 2 5 は、圧電素子が矩形のアクチュエータ 1 0 6 の一部分の断面を示す。

図 2 6 は、図 2 5 に示したアクチュエータ 1 0 6 の全体の断面を示す。基板 1 7 8 の圧電素子 1 7 4 と対向する面には、貫通孔 1 7 8 a が形成されている。貫通孔 1 7 8 a は振動板 1 7 6 によって封止されている。振動板 1 7 6 はアルミナや酸化ジルコニア等の電気絶縁性を備え、かつ弾性変形可能な材料によって形成されている。貫通孔 1 7 8 a と対向するように、圧電素子 1 7 4 が振動板 1 7 6 上に形成されている。下部電極 1 6 6 は貫通孔 1 7 8 a の領域から一方向、図 2 6 では左方に延びるように振動板 1 7 6 の表面に形成されている。上部電極 1 6 4 は貫通孔 1 7 8 a の領域から下部電極とは反対の方向に、図 2 6 では右方に延びるように圧電層 1 6 0 の表面に形成されている。上部電極端子 1 6 8 及び下部電極端子 1 7 0 は、それぞれ補助電極 1 7 2 及び下部電極 1 6 6 の上面に形成されている。下部電極端子 1 7 0 は下部電極 1 6 6 と電氣的に接触し、上部電極端子 1 6 8 は補助電極 1 7 2 を介して上部電極 1 6 4 と電氣的に接触して、圧電素子とアクチュエータ 1 0 6 の外部との間の信号の受け渡しをする。上部電極端子 1 6 8 及び下部電極端子 1 7 0 は、電極と圧電層とを合わせた圧電素子の高さ以上の高さを有する。

図 2 7 は、図 2 4 に示したアクチュエータ 1 0 6 の製造方法を示す。まず、グリーンシート 9 4 0 にプレスあるいはレーザー加工等を用いて貫通孔 9 4 0 a を穿孔する。グリーンシート 9 4 0 は焼成後に基板 1 7 8 となる。グリーンシート

940はセラミック等の材料で形成される。次に、グリーンシート940の表面にグリーンシート941を積層する。グリーンシート941は、焼成後に振動板176となる。グリーンシート941は、酸化ジルコニア等の材料で形成される。次に、グリーンシート941の表面に導電層942、圧電層160、導電層944を圧膜印刷等の方法で順次形成する。導電層942は、後に下部電極166となり、導電層944は、後に上部電極164となる。次に、形成されたグリーンシート940、グリーンシート941、導電層942、圧電層160、及び導電層944を乾燥して焼成する。スペーサ部材947、948は、上部電極端子168と下部電極端子170の高さを底上げして圧電素子より高くする。スペーサ部材947、948は、グリーンシート940、941と同材料を印刷、あるいはグリーンシートを積層して形成する。このスペーサ部材947、948により貴金属である上部電極端子168及び下部電極端子170の材料が少なくて済む上に、上部電極端子168及び下部電極端子170の厚みを薄くできるので、上部電極端子168及び下部電極端子170を精度良く印刷でき、さらに安定した高さとすることができる。

導電層942の形成時に導電層944との接続部944'及びスペーサ部材947及び948を同時に形成すると、上部電極端子168及び下部電極端子170を容易に形成したり、強固に固定することができる。最後に、導電層942及び導電層944の端部領域に、上部電極端子168及び下部電極端子170を形成する。上部電極端子168及び下部電極端子170を形成する際、上部電極端子168及び下部電極端子170が、圧電層160に電氣的に接続されるように形成する。

図28A、図28B、図28Cは、本発明が適用されるインクカートリッジのさらに他の実施例を示す。図28Aは、本実施例によるインクカートリッジの底部の断面図である。本実施例のインクカートリッジは、インクを収容する容器1の底面1aに貫通孔1cを有する。貫通孔1cの底部はアクチュエータ650によって塞がれ、インク溜部を形成する。

図28Bは、図28Aに示したアクチュエータ650及び貫通孔1cの詳細な断面を示す。図28Cは、図28Bに示したアクチュエータ650及び貫通孔1

cの平面を示す。アクチュエータ650は振動板72および振動板72に固定された圧電素子73とを有する。振動板72及び基板71を介して圧電素子73が貫通孔1cに対向するように、アクチュエータ650は、容器1の底面に固定される。振動板72は、弾性変形可能で耐インク性を備える。

容器1のインク量に依存して、圧電素子73及び振動板72の残留振動によって発生する逆起電力の振幅及び周波数が変化する。アクチュエータ650に対向する位置に貫通孔1cが形成されていて、最小限の一定量のインクが貫通孔1cに確保される。したがって、貫通孔1cに確保されるインク量により決まるアクチュエータ650の振動の特性を予め測定しておくことにより、容器1のインクエンドを確実に検出することができる。

図29A、図29B、図29Cは貫通孔1cの他の実施例を示す。図29A、図29B、及び図29Cのそれぞれにおいて、左側の図は、貫通孔1cにインクKが無い状態を示し、右側の図は、貫通孔1cにインクKが残った状態を示す。図28A、図28B、図28Cの実施例においては、貫通孔1cの側面は垂直な壁として形成されている。図29Aにおいては、貫通孔1cは、側面1dが上下方向に斜めであり外側に拡大して開いている。図29Bにおいては、段差部1e及び1fが、貫通孔1cの側面に形成されている。上方にある段差部1fが、下方にある段差部1eより広くなっている。図29Cにおいては、貫通孔1cは、インクKを排出しやすい方向、すなわちインク供給口2の方向へ延びる溝1gを有する。

図29A～図29Cに示した貫通孔1cの形状によれば、インク溜部のインクKの量を少なくできる。従って、図20A、図20B、図20Cおよび図21で説明した $M'_{cav}$ を $M'_{max}$ と比較して小さくすることができるので、インクエンド時におけるアクチュエータ650の振動特性を、容器1に印刷可能な量のインクKが残存している場合と大きく異ならせることができるので、インクエンドをより確実に検出することができる。

図30はアクチュエータの他の実施例を示す斜視図である。アクチュエータ660は、アクチュエータ660を構成する基板または取付プレート78の貫通孔1cよりも外側にパッキン76を有する。アクチュエータ660の外周にはカシ



メ孔 77 が形成されている。アクチュエータ 660 は、カシメ孔 77 を介してカシメにより容器 1 に固定される。

図 31A、図 31B は、アクチュエータの更に他の実施例を示す斜視図である。本実施例においては、アクチュエータ 670 は、凹部形成基板 80 および圧電素子 82 を備える。凹部形成基板 80 の一方の面には凹部 81 がエッチング等の手法により形成され、他方の面には圧電素子 82 が取り付けられる。凹部形成基板 80 のうち、凹部 81 の底部が振動領域として作用する。従って、アクチュエータ 670 の振動領域は凹部 81 の周縁によって規定される。また、アクチュエータ 670 は、図 20A、図 20B、図 20C の実施例によるアクチュエータ 106 のうち、基板 178 および振動板 176 が一体として形成された構造と類似する。従って、インクカートリッジを製造する際に製造工程を短縮することができ、コストを低減させる。アクチュエータ 670 は、容器 1 に設けられた貫通孔 1c に埋め込み可能なサイズである。それによって、凹部 81 がキャビティとしても作用することができる。尚、図 20A、図 20B、図 20C の実施例によるアクチュエータ 106 を、図 31A、図 31B の実施例によるアクチュエータ 670 と同様に貫通孔 1c に埋め込み可能なように形成してもよい。

図 32 は、アクチュエータ 106 を取り付けモジュール体 100 として一体形成した構成を示す斜視図である。モジュール体 100 はインクカートリッジの容器 1 の所定個所に装着される。モジュール体 100 は、インク液中の少なくとも音響インピーダンスの変化を検出することにより、容器 1 内の液体の消費状態を検知するように構成されている。本実施例のモジュール体 100 は、容器 1 にアクチュエータ 106 を取り付けするための液体容器取付部 101 を有する。液体容器取付部 101 は、平面がほぼ矩形の基台 102 上に駆動信号により発振するアクチュエータ 106 を収容した円柱部 116 を載せた構造になっている。モジュール体 100 が、インクカートリッジに装着されたときに、モジュール体 100 のアクチュエータ 106 が外部から接触できないように構成されているので、アクチュエータ 106 を外部の接触から保護することができる。なお、円柱部 116 の先端側エッジは丸みが付けられていて、インクカートリッジに形成された孔へ装着する際に嵌めやすくなっている。

図33は、図32に示したモジュール体100の構成を示す分解図である。モジュール体100は、樹脂からなる液体容器取付部101と、プレート110および凹部113を有する圧電装置装着部105とを含む。さらに、モジュール体100は、リードワイヤ104a及び104b、アクチュエータ106、およびフィルム108を有する。好ましくは、プレート110は、ステンレス又はステンレス合金等の錆びにくい材料から形成される。液体容器取付部101に含まれる円柱部116および基台102は、リードワイヤ104a及び104bを収容できるように中心部に開口部114が形成され、アクチュエータ106、フィルム108、及びプレート110を収容できるように凹部113が形成される。アクチュエータ106はプレート110にフィルム108を介して接合され、プレート110およびアクチュエータ106は液体容器取付部101に固定される。従って、リードワイヤ104a及び104b、アクチュエータ106、フィルム108およびプレート110は、液体容器取付部101に一体として取り付けられる。リードワイヤ104a及び104bは、それぞれアクチュエータ106の上部電極及び下部電極と結合して圧電層に駆動信号を伝達し、一方、アクチュエータ106が検出した共振周波数の信号を記録装置等へ伝達する。アクチュエータ106は、リードワイヤ104a及び104bから伝達された駆動信号に基づいて一時的に発振する。アクチュエータ106は発振後に残留振動し、その振動によって逆起電力を発生させる。このとき、逆起電力波形の振動周期を検出することによって、液体容器内の液体の消費状態に対応した共振周波数を検出することができる。フィルム108は、アクチュエータ106とプレート110とを接着してアクチュエータを液密にする。フィルム108は、ポリオレフィン等によって形成し、熱融着で接着することが好ましい。

プレート110は円形状であり、基台102の開口部114は円筒状に形成されている。アクチュエータ106及びフィルム108は矩形状に形成されている。リードワイヤ104、アクチュエータ106、フィルム108、及びプレート110は、基台102に対して着脱可能としてもよい。基台102、リードワイヤ104、アクチュエータ106、フィルム108、及びプレート110は、モジュール体100の中心軸に対して対称に配置されている。更に、基台102、ア

クチュエータ 106、フィルム 108、及びプレート 110 の中心は、モジュール体 100 のほぼ中心軸上に配置されている。

基台 102 の開口部 114 の面積は、アクチュエータ 106 の振動領域の面積よりも大きく形成されている。プレート 110 の中心でアクチュエータ 106 の振動部に直面する位置には、貫通孔 112 が形成されている。図 20A、図 20B、図 20C および図 21 に示したようにアクチュエータ 106 にはキャビティ 162 が形成され、貫通孔 112 とキャビティ 162 は、共にインク溜部を形成する。プレート 110 の厚さは、残留インクの影響を少なくするために貫通孔 112 の径に比べて小さいことが好ましい。例えば貫通孔 112 の深さはその径の 3 分の 1 以下の大きさであることが好ましい。貫通孔 112 は、モジュール体 100 の中心軸に対して対称なほぼ真円の形状である。また貫通孔 112 の面積は、アクチュエータ 106 のキャビティ 162 の開口面積よりも大きい。貫通孔 112 の断面の周縁はテーパ形状であっても良いしステップ形状でもよい。モジュール体 100 は、貫通孔 112 が容器 1 の内側へ向くように容器 1 の側部、上部、又は底部に装着される。インクが消費されアクチュエータ 106 周辺のインクがなくなると、アクチュエータ 106 の共振周波数が大きく変化するので、インクの水位変化を検出することができる。

図 34 は、モジュール体の他の実施例を示す斜視図である。本実施例のモジュール体 400 は、液体容器取付部 401 に圧電装置装着部 405 が形成されている。液体容器取付部 401 は、平面がほぼ角丸の正方形上の基台 402 上に円柱状の円柱部 403 が形成されている。更に、圧電装置装着部 405 は、円柱部 403 上に立てられた板状要素 406 および凹部 413 を含む。板状要素 406 の側面に設けられた凹部 413 には、アクチュエータ 106 が配置される。なお、板状要素 406 の先端は所定角度に面取りされていて、インクカートリッジに形成された孔へ装着する際に嵌めやすくなっている。

図 35 は、図 34 に示したモジュール体 400 の構成を示す分解斜視図である。図 32 に示したモジュール体 100 と同様に、モジュール体 400 は、液体容器取付部 401 および圧電装置装着部 405 を含む。液体容器取付部 401 は基台 402 および円柱部 403 を有し、圧電装置装着部 405 は板状要素 406 およ

び凹部 4 1 3 を有する。アクチュエータ 1 0 6 は、プレート 4 1 0 に接合されて凹部 4 1 3 に固定される。モジュール体 4 0 0 は、リードワイヤ 4 0 4 a 及び 4 0 4 b、アクチュエータ 1 0 6、及びフィルム 4 0 8 をさらに有する。

本実施例によれば、プレート 4 1 0 は矩形状であり、板状要素 4 0 6 に設けられた開口部 4 1 4 は矩形状に形成されている。リードワイヤ 4 0 4 a 及び 4 0 4 b、アクチュエータ 1 0 6、フィルム 4 0 8、及びプレート 4 1 0 は基台 4 0 2 に対して着脱可能として構成しても良い。アクチュエータ 1 0 6、フィルム 4 0 8、及びプレート 4 1 0 は、開口部 4 1 4 の中心を通り、開口部 4 1 4 の平面に対して鉛直方向に延びる中心軸に対して対称に配置されている。更に、アクチュエータ 4 0 6、フィルム 4 0 8、及びプレート 4 1 0 の中心は、開口部 4 1 4 のほぼ中心軸上に配置されている。

プレート 4 1 0 の中心に設けられた貫通孔 4 1 2 の面積は、アクチュエータ 1 0 6 のキャビティ 1 6 2 の開口の面積よりも大きく形成されている。アクチュエータ 1 0 6 のキャビティ 1 6 2 と貫通孔 4 1 2 とは、共にインク溜部を形成する。プレート 4 1 0 の厚さは貫通孔 4 1 2 の径に比べて小さく、例えば貫通孔 4 1 2 の径の 3 分の 1 以下の大きさに設定することが好ましい。貫通孔 4 1 2 は、モジュール体 4 0 0 の中心軸に対して対称なほぼ真円の形状である。貫通孔 4 1 2 の断面の周縁はテーパ形状であっても良いしステップ形状でもよい。モジュール体 4 0 0 は、貫通孔 4 1 2 が容器 1 の内部に配置されるように容器 1 の底部に装着することができる。アクチュエータ 1 0 6 が垂直方向に延びるように容器 1 内に配置されるので、基台 4 0 2 の高さを変えてアクチュエータ 1 0 6 が容器 1 内に配置される高さを変えることによりインクエンドの時点の設定を容易に変えることができる。

図 3 6 A、図 3 6 B、図 3 6 C は、モジュール体の更に他の実施例を示す。図 3 2 に示したモジュール体 1 0 0 と同様に、図 3 6 A、図 3 6 B、図 3 6 C のモジュール体 5 0 0 は、基台 5 0 2 および円柱部 5 0 3 を有する液体容器取付部 5 0 1 を含む。また、モジュール体 5 0 0 は、リードワイヤ 5 0 4 a 及び 5 0 4 b、アクチュエータ 1 0 6、フィルム 5 0 8、及びプレート 5 1 0 をさらに有する。液体容器取付部 5 0 1 に含まれる基台 5 0 2 は、リードワイヤ 5 0 4 a 及び 5 0

4bを収容できるよう中心部に開口部514が形成され、アクチュエータ106、フィルム508、及びプレート510を収容できるように凹部513が形成される。アクチュエータ106はプレート510を介して圧電装置装着部505に固定される。従って、リードワイヤ504a及び504b、アクチュエータ106、フィルム508およびプレート510は、液体容器取付部501に一体として取り付けられる。本実施例のモジュール体500は、平面がほぼ角丸の正方形上の基台上に上面が上下方向に斜めな円柱部503が形成されている。円柱部503の上面の上下方向に斜めに設けられた凹部513上にアクチュエータ106が配置されている。

モジュール体500の先端は傾斜しており、その傾斜面にアクチュエータ106が装着されている。そのため、モジュール体500が容器1の底部又は側部に装着されると、アクチュエータ106が容器1の上下方向に対して傾斜する。モジュール体500の先端の傾斜角度は、検出性能を鑑みてほぼ30°から60°の間とすることが望ましい。

モジュール体500は、アクチュエータ106が容器1内に配置されるように容器1の底部又は側部に装着される。モジュール体500が容器1の側部に装着される場合には、アクチュエータ106が、傾斜しつつ、容器1の上側、下側、又は横側を向くように容器1に取り付けられる。一方、モジュール体500が、容器1の底部に装着される場合には、アクチュエータ106が、傾斜しつつ、容器1のインク供給口側を向くように容器1に取り付けられることが好ましい。

図37は、図32に示したモジュール体100を容器1に装着したときのインク容器の底部近傍の断面図である。モジュール体100は、容器1の側壁を貫通するように装着されている。容器1の側壁とモジュール体100との接合面には、リング365が設けられ、モジュール体100と容器1との液密を保っている。リングでシールが出来るようにモジュール体100は図32で説明したような円柱部を備えることが好ましい。モジュール体100の先端が容器1の内部に挿入されることで、プレート110の貫通孔112を介して容器1内のインクがアクチュエータ106と接触する。アクチュエータ106の振動部の周囲が液体か気体かによってアクチュエータ106の残留振動の共振周波数が異なるので、モ

ジュール体 100 を用いてインクの消費状態を検出することができる。また、ジュール体 100 に限らず、図 34 に示したモジュール体 400、図 36A、図 36B、図 36C に示したモジュール体 500、又は図 38A、図 38B、図 38C に示したモジュール体 700A 及び 700B、及びモールド構造体 600 を容器 1 に装着してインクの有無を検出してもよい。

図 38A はモジュール体 700B を容器 1 に装着したときのインク容器の断面図を示す。本実施例では取付構造体の 1 つとしてモジュール体 700B を使用する。モジュール体 700B は、液体容器取付部 360 が容器 1 の内部に突出するようにして容器 1 に装着されている。取付プレート 350 には貫通孔 370 が形成され、貫通孔 370 とアクチュエータ 106 の振動部が面している。更に、モジュール体 700B の底壁には孔 382 が形成され、圧電装置装着部 363 が形成される。アクチュエータ 106 が孔 382 の一方を塞ぐようにして配備される。したがって、インクは、圧電装置装着部 363 の孔 382 及び取付プレート 350 の貫通孔 370 を介して振動板 176 と接触する。圧電装置装着部 363 の孔 382 及び取付プレート 350 の貫通孔 370 は、共にインク溜部を形成する。圧電装置装着部 363 とアクチュエータ 106 とは、取付プレート 350 及びフィルム部材によって固定されている。液体容器取付部 360 と容器 1 との接続部にはシーリング構造 372 が設けられている。シーリング構造 372 は合成樹脂等の可塑性の材料により形成されてもよいし、Oリングにより形成されてもよい。図 38A のモジュール体 700B と容器 1 とは別体であるが、図 38B ようにモジュール体 700B の圧電装置装着部を容器 1 の一部で構成してもよい。

図 38A のモジュール体 700B は、図 32 から図 36A、図 36B、図 36C に示したリードワイヤのモジュール体への埋め込みが不要となる。そのため成形工程が簡素化される。更に、モジュール体 700B の交換が可能となりリサイクルが可能となる。

インクカートリッジが揺れる際にインクが容器 1 の上面あるいは側面に付着し、容器 1 の上面あるいは側面から垂れてきたインクがアクチュエータ 106 に接触することでアクチュエータ 106 が誤作動する可能性がある。しかし、モジュール体 700B は液体容器取付部 360 が容器 1 の内部に突出しているので、容器

1の上面や側面から垂れてきたインクによりアクチュエータ106が誤作動しない。

また、図38Aの実施例では、振動板176と取付プレート350の一部のみが、容器1内のインクと接触するように容器1に装着される。図38Aの実施例では、図32から図36A、図36B、図36Cに示したリードワイヤ104a、104b、404a、404b、504a、及び504bの電極のモジュール体への埋め込みが不要となる。そのため成形工程が簡素化される。更に、アクチュエータ106の交換が可能となりリサイクルが可能となる。

図38Bは、アクチュエータ106を容器1に装着したときの実施例としてインク容器の断面図を示す。図38Bの実施例によるインクカートリッジでは、保護部材361はアクチュエータ106とは別体として容器1に取り付けられている。従って、保護部材361とアクチュエータ106とはモジュールとして一体となっていないが、一方で、保護部材361はアクチュエータ106にユーザーの手が触れないように保護することができる。アクチュエータ106の前面に設けられる孔380は、容器1の側壁に配設されている。アクチュエータ106は、圧電層160、上部電極164、下部電極166、振動板176及び取付プレート350を含む。取付プレート350の上面に振動板176が形成され、振動板176の上面に下部電極166が形成されている。下部電極166の上面には圧電層160が形成され、圧電層160の上面に上部電極164が形成されている。したがって、圧電層160の主要部は、上部電極164の主要部及び下部電極166の主要部によって上下から挟まれるように形成されている。圧電層160、上部電極164、及び下部電極166のそれぞれの主要部である円形部分は、圧電素子を形成する。圧電素子は振動板176上に形成される。圧電素子及び振動板176の振動領域はアクチュエータが実際に振動する振動部である。取付プレート350には貫通孔370が設けられている。更に、容器1の側壁には孔380が形成されている。したがって、インクは、容器1の孔380及び取付プレート350の貫通孔370を介して振動板176と接触する。容器1の孔380及び取付プレート350の貫通孔370は、共にインク溜部を形成する。また、図38Bの実施例では、アクチュエータ106は保護部材361により保護されて

いるのでアクチュエータ 106 を外部との接触から保護できる。

尚、図 38 A および図 38 B の実施例における取付プレート 350 に代えて、図 20 A、図 20 B、図 20 C の基板 178 を使用してもよい。

図 38 C はアクチュエータ 106 を含むモールド構造体 600 を備える実施例を示す。本実施例では、取付構造体の 1 つとしてモールド構造体 600 を使用する。モールド構造体 600 はアクチュエータ 106 とモールド部 364 とを有する。アクチュエータ 106 とモールド部 364 とは一体に成形されている。モールド部 364 はシリコン樹脂等の可塑性の材料によって成形される。モールド部 364 は内部にリードワイヤ 362 を有する。モールド部 364 はアクチュエータ 106 から延びる 2 本の足を有するように形成されている。モールド部 364 はモールド部 364 と容器 1 とを液密に固定するために、モールド部 364 の 2 本の足の端が半球状に形成される。モールド部 364 はアクチュエータ 106 が容器 1 の内部に突出するよう容器 1 に装着され、アクチュエータ 106 の振動部は容器 1 内のインクと接触する。モールド部 364 によって、アクチュエータ 106 の上部電極 164、圧電層 160、及び下部電極 166 はインクから保護されている。

図 38 C のモールド構造体 600 は、モールド部 364 と容器 1 との間にシーリング構造 372 が必要ないので、インクが容器 1 から漏れにくい。また、容器 1 の外部からモールド構造体 600 が突出しない形態であるので、アクチュエータ 106 を外部との接触から保護することができる。インクカートリッジが揺れる際に、インクが容器 1 の上面あるいは側面に付き、容器 1 の上面あるいは側面から垂れてきたインクが、アクチュエータ 106 に接触することで、アクチュエータ 106 が、誤作動する可能性がある。モールド構造体 600 は、モールド部 364 が、容器 1 の内部に突出しているので、容器 1 の上面や側面から垂れてきたインクにより、アクチュエータ 106 が誤作動しない。

図 39 は、図 20 A、図 20 B、図 20 C に示したアクチュエータ 106 を用いたインクカートリッジ及びインクジェット記録装置の実施例を示す。複数のインクカートリッジ 180 は、それぞれのインクカートリッジ 180 に対応した複数のインク導入部 182 及びホルダー 184 を有するインクジェット記録装置に



装着される。複数のインクカートリッジ180は、それぞれ異なった種類、例えば色のインクを収容する。複数のインクカートリッジ180のそれぞれの底面には、少なくとも音響インピーダンスを検出する手段であるアクチュエータ106が装着されている。アクチュエータ106をインクカートリッジ180に装着することによって、インクカートリッジ180内のインク残量を検出することができる。

図40は、インクジェット記録装置のヘッド部周辺の詳細を示す。インクジェット記録装置は、インク導入部182、ホルダー184、ヘッドプレート186、及びノズルプレート188を有する。インクを噴射するノズル190がノズルプレート188に複数形成されている。インク導入部182は空気供給口181とインク導入口183とを有する。空気供給口181はインクカートリッジ180に空気を供給する。インク導入口183はインクカートリッジ180からインクを導入する。インクカートリッジ180は空気導入口185とインク供給口187とを有する。空気導入口185はインク導入部182の空気供給口181から空気を導入する。インク供給口187はインク導入部182のインク導入口183にインクを供給する。インクカートリッジ180がインク導入部182から空気を導入することによって、インクカートリッジ180からインク導入部182へのインクの供給を促す。ホルダー184は、インクカートリッジ180からインク導入部182を介して供給されたインクをヘッドプレート186に連通する。

図41A、図41Bは、図40に示したインクカートリッジ180の他の実施例を示す。

図41Aのインクカートリッジ180Aは、上下方向に斜めに形成された底面194aにアクチュエータ106が装着されている。インクカートリッジ180のインク容器194の内部には、インク容器194の内部底面から所定の高さの、アクチュエータ106と直面する位置に防波壁192が設けられている。アクチュエータ106が、インク容器194の上下方向に対し斜めに装着されているので、インクの掃けが良好になる。

アクチュエータ106と防波壁192との間には、インクで満たされた間隙が形成される。また、防波壁192とアクチュエータ106との間隔は、毛細管力

によりインクが保持されない程度に空けられている。インク容器 194 が横揺れしたときに、横揺れによってインク容器 194 内部にインクの波が発生し、その衝撃によって、気体や気泡がアクチュエータ 106 によって検出されてアクチュエータ 106 が誤作動する可能性がある。防波壁 192 を設けることによって、アクチュエータ 106 付近のインクの波を防ぎ、アクチュエータ 106 の誤作動を防ぐことができる。

図 41B のインクカートリッジ 180B のアクチュエータ 106 は、インク容器 194 の供給口の側壁上に装着されている。インク供給口 187 の近傍であれば、アクチュエータ 106 は、インク容器 194 の側壁又は底面に装着されてもよい。また、アクチュエータ 106 はインク容器 194 の幅方向の中心に装着されることが好ましい。インクは、インク供給口 187 を通過して外部に供給されるので、アクチュエータ 106 をインク供給口 187 の近傍に設けることにより、インクニアエンド時点までインクとアクチュエータ 106 とが確実に接触する。したがって、アクチュエータ 106 はインクニアエンドの時点を実際に検出することができる。

更に、アクチュエータ 106 をインク供給口 187 の近傍に設けることで、インク容器をキャリッジ上のカートリッジホルダに装着する際に、インク容器上のアクチュエータ 106 とキャリッジ上の接点との位置決めが確実となる。その理由は、インク容器とキャリッジとの連結において最も重要なのは、インク供給口と供給針との確実な結合である。少しでもずれがあると供給針の先端を痛めてしまったりあるいは Oリングなどのシーリング構造にダメージを与えてしまいインクが漏れ出してしまうからである。このような問題点を防ぐために、通常インクジェットプリンタはインク容器をキャリッジにマウントする時に正確な位置合わせができるような特別な構造を有している。よって供給口近傍にアクチュエータを配置させることにより、アクチュエータの位置合わせも同時に確実なものとなるのである。さらに、アクチュエータ 106 をインク容器 194 の幅方向の中心に装着することで、より確実に位置合わせすることができる。インク容器が、ホルダへの装着時に幅方向中心線を中心として軸揺動した場合に、もっともその揺れが少ないからである。

図42A、図42B、図42Cはインクカートリッジ180の更に他の実施例を示す。図42Aはインクカートリッジ180Cの断面図、図42Bは図42Aに示したインクカートリッジ180Cの側壁194bを拡大した断面図、及び図42Cはその正面からの透視図である。インクカートリッジ180Cは、半導体記憶手段7とアクチュエータ106とが同一の回路基板610上に形成されている。

図42B、図42Cに示すように、半導体記憶手段7は回路基板610の上方に形成され、アクチュエータ106は同一の回路基板610において半導体記憶手段7の下方に形成されている。アクチュエータ106の周囲を囲むように異型リング614が、側壁194bに装着される。側壁194bには、回路基板610をインク容器194に接合するためのカシメ部616が複数形成されている。カシメ部616によって回路基板610をインク容器194に接合し、異型リング614を回路基板610に押しつけることで、アクチュエータ106の振動領域がインクと接触することをできるようにしつつ、インクカートリッジの外部と内部とを液密に保つ。

半導体記憶手段7及び半導体記憶手段7付近には端子612が形成されている。端子612は半導体記憶手段7とインクジェット記憶装置等の外部との間の信号の受け渡しをする。半導体記憶手段7は、例えばEEPROMなどの書き換え可能な半導体メモリによって構成されてもよい。半導体記憶手段7とアクチュエータ106とが同一の回路基板610上に形成されているので、アクチュエータ106及び半導体記憶手段7をインクカートリッジ180Cに取付ける際に1回の取付け工程で済む。また、インクカートリッジ180Cの製造時及びリサイクル時の作業工程が簡素化される。更に、部品の点数が削減されるので、インクカートリッジ180Cの製造コストが低減できる。

アクチュエータ106は、インク容器194内のインクの消費状態を検知する。半導体記憶手段7はアクチュエータ106が検出したインク残量などインクの情報を格納する。すなわち、半導体記憶手段7は検出する際に用いられるインク及びインクカートリッジの特性等の特性パラメータに関する情報を格納する。半導体記憶手段7は、予めインク容器194内のインクがフルのとき、すなわちイン

クがインク容器 194 内に満たされたとき、又はエンドのとき、すなわちインク容器 194 内のインクが消費されたときの共振周波数を特性パラメータの一つとして格納する。インク容器 194 内のインクがフル又はエンド状態の共振周波数は、インク容器が初めてインクジェット記録装置に装着されたときに格納されてもよい。また、インク容器 194 内のインクがフル又はエンド状態の共振周波数は、インク容器 194 の製造中に格納されてもよい。半導体記憶手段 7 に予めインク容器 194 内のインクがフル又はエンドのときの共振周波数を格納し、インクジェット記録装置側で共振周波数のデータを読み出すことによりインク残量を検出する際のばらつきを補正できるので、インク残量が基準値まで減少したことを正確に検出することができる。

図 43A、図 43B、図 43C は、インクカートリッジ 180 の更に他の実施例を示す。図 43A に示すインクカートリッジ 180D は、インク容器 194 の側壁 194b に複数のアクチュエータ 106 を装着する。図 24 に示した、一体成形された複数のアクチュエータ 106 を、これら複数のアクチュエータ 106 として用いることが好ましい。複数のアクチュエータ 106 は、上下方向に間隔をおいて側壁 194b に配置されている。複数のアクチュエータ 106 を上下方向に間隔をおいて側壁 194b に配置することによって、インク残量を段階的に検出することができる。

図 43B に示すインクカートリッジ 180E は、インク容器 194 の側壁 194b に上下方向に長いアクチュエータ 606 を装着する。上下方向に長いアクチュエータ 606 によって、インク容器 194 内のインク残量の変化を連続的に検出することができる。アクチュエータ 606 の長さは、側壁 194b に高さの半分以上の長さを有することが望ましく、図 43B においては、アクチュエータ 606 は側壁 194b のほぼ上端からほぼ下端までの長さを有する。

図 43C に示すインクカートリッジ 180F は、図 43A に示したインクカートリッジ 180D と同様に、インク容器 194 の側壁 194b に複数のアクチュエータ 106 を装着し、複数のアクチュエータ 106 の直面に所定の間隔をおいて上下方向に長い防波壁 192 を備える。図 24 に示した、一体成形された複数のアクチュエータ 106 を、これら複数のアクチュエータ 106 として用いるこ

とが好ましい。アクチュエータ 106 と防波壁 192 との間には、インクで満たされた間隙が形成される。また、防波壁 192 とアクチュエータ 106 との間隔は、毛細管力によりインクが保持されない程度に空けられている。インク容器 194 が横揺れしたときに横揺れによってインク容器 194 内部にインクの波が発生し、その衝撃によって気体や気泡がアクチュエータ 106 によって検出されてしまい、アクチュエータ 106 が誤作動する可能性がある。本発明のように防波壁 192 を設けることによって、アクチュエータ 106 付近のインクの波立ちを防ぎ、アクチュエータ 106 の誤作動を防ぐことができる。また、防波壁 192 はインクが揺動することで発生した気泡がアクチュエータ 106 に侵入するのを防ぐ。

図 4 4 A、図 4 4 B、図 4 4 C、図 4 4 D は、インクカートリッジ 180 の更に他の実施例を示す。図 4 4 A のインクカートリッジ 180 G は、インク容器 194 の上面 194 c から下方に延びる複数の隔壁 212 を有する。それぞれの隔壁 212 の下端とインク容器 194 の底面とは所定の間隔が空けられているので、インク容器 194 の底部は連通している。インクカートリッジ 180 G は複数の隔壁 212 のそれぞれによって区画された複数の収容室 213 を有する。複数の収容室 213 の底部は互いに連通する。複数の収容室 213 のそれぞれにおいて、インク容器 194 の上面 194 c にはアクチュエータ 106 が装着されている。図 2 4 に示した、一体成形されたアクチュエータ 106 を、これら複数のアクチュエータ 106 として用いることが好ましい。アクチュエータ 106 は、インク容器 194 の収容室 213 の上面 194 c のほぼ中央に配置される。収容室 213 の容量はインク供給口 187 側が最も大きく、インク供給口 187 からインク容器 194 の奥へ遠ざかるにつれて、収容室 213 の容量が徐々に小さくなっている。したがって、アクチュエータ 106 が配置される間隔はインク供給口 187 側が広く、インク供給口 187 からインク容器 194 の奥へと遠ざかるにつれ、狭くなっている。

インクは、インク供給口 187 から排出され、空気が空気導入口 185 から入るので、インク供給口 187 側の収容室 213 からインクカートリッジ 180 G の奥の方の収容室 213 へとインクが消費される。例えば、インク供給口 187

に最も近い収容室 2 1 3 のインクが消費されて、インク供給口 1 8 7 に最も近い収容室 2 1 3 のインクの水位が下がっている間、他の収容室 2 1 3 にはインクが満たされている。インク供給口 1 8 7 に最も近い収容室 2 1 3 のインクが消費され尽くすと、空気が、インク供給口 1 8 7 から数えて 2 番目の収容室 2 1 3 に侵入し、2 番目の収容室 2 1 3 内のインクが消費され始めて、2 番目の収容室 2 1 3 のインクの水位が下がり始める。この時点で、インク供給口 1 8 7 から数えて 3 番目以降の収容室 2 1 3 には、インクが満たされている。このように、インク供給口 1 8 7 に近い収容室 2 1 3 から遠い収容室 2 1 3 へと順番にインクが消費される。

このように、アクチュエータ 1 0 6 がそれぞれの収容室 2 1 3 ごとにインク容器 1 9 4 の上面 1 9 4 c に間隔をおいて配置されているので、アクチュエータ 1 0 6 はインク量の減少を段階的に検出することができる。更に、収容室 2 1 3 の容量が、インク供給口 1 8 7 から収容室 2 1 3 の奥へと徐々に小さくなっているため、アクチュエータ 1 0 6 が、インク量の減少を検出する時間間隔が徐々に小さくなり、インクエンドに近づくほど頻度を高く検出することができる。

図 4 4 B のインクカートリッジ 1 8 0 H は、インク容器 1 9 4 の上面 1 9 4 c から下方に延びる一つの隔壁 2 1 2 を有する。隔壁 2 1 2 の下端とインク容器 1 9 4 の底面とは所定の間隔が空けられているので、インク容器 1 9 4 の底部は連通している。インクカートリッジ 1 8 0 H は隔壁 2 1 2 によって区画された 2 室の収容室 2 1 3 a 及び 2 1 3 b を有する。収容室 2 1 3 a 及び 2 1 3 b の底部は互いに連通する。インク供給口 1 8 7 側の収容室 2 1 3 a の容量はインク供給口 1 8 7 から見て奥の方の収容室 2 1 3 b の容量より大きい。収容室 2 1 3 b の容量は、収容室 2 1 3 a の容量の半分より小さいことが好ましい。

収容室 2 1 3 b の上面 1 9 4 c にアクチュエータ 1 0 6 が装着される。更に、収容室 2 1 3 b には、インクカートリッジ 1 8 0 H の製造時に入る気泡を捕らえる溝であるバッファ 2 1 4 が形成される。図 4 4 B において、バッファ 2 1 4 は、インク容器 1 9 4 の側壁 1 9 4 b から上方に延びる溝として形成される。

バッファ 2 1 4 はインク収容室 2 1 3 b 内に侵入した気泡を捕らえるので、気泡によってアクチュエータ 1 0 6 がインクエンドと検出する誤作動を防止すること

ができる。また、アクチュエータ 106 を収容室 213 b の上面 194 c に設けることにより、インクニアエンドが検出されてから完全にインクエンド状態になるまでのインク量に対して、ドットカウンタによって把握した収容室 213 a でのインクの消費状態に対応した補正をかけることで、最後までインクを消費することができる。更に、収容室 213 b の容量を隔壁 212 の長さや間隔を変えたりすることなどによって調節することにより、インクニアエンド検出後の消費可能インク量を変えることができる。

図 44 C は、図 44 B のインクカートリッジ 180 I の収容室 213 b に多孔質部材 216 が充填されている。多孔質部材 216 は、収容室 213 b 内の上面から下面までの全空間を埋めるように設置される。多孔質部材 216 は、アクチュエータ 106 と接触する。インク容器が倒れたときや、キャリッジ上での往復運動中に空気がインク収容室 213 b 内に侵入してしまい、これがアクチュエータ 106 の誤作動を引き起こす可能性がある。しかし、多孔質部材 216 が備えられていれば、空気を捕らえてアクチュエータ 106 に空気が入るのを防ぐことができる。また、多孔質部材 216 はインクを保持するのでインク容器が揺れることにより、インクがアクチュエータ 106 にかかってアクチュエータ 106 がインク無しをインク有りと誤検出するのを防ぐことができる。多孔質部材 216 は最も容量が小さい収容室 213 に設置することが好ましい。また、アクチュエータ 106 を収容室 213 b の上面 194 c に設けることにより、インクニアエンドが検出されてから完全にインクエンド状態になるまでのインク量に補正をかけ、最後までインクを消費することができる。更に、収容室 213 b の容量を隔壁 212 の長さや間隔を変えたりすることなどによって調節することにより、インクニアエンド検出後の消費可能インク量を変えることができる。

図 44 D は、図 44 C のインクカートリッジ 180 I の多孔質部材 216 が孔径の異なる 2 種類の多孔質部材 216 A 及び 216 B によって構成されているインクカートリッジ 180 J を示す。多孔質部材 216 A は、多孔質部材 216 B の上方に配置されている。上側の多孔質部材 216 A の孔径は、下側の多孔質部材 216 B の孔径より大きい。もしくは、多孔質部材 216 A は、多孔質部材 216 B よりも液体親和性が低い部材で形成される。孔径の小さい多孔質部材 21

6 Bの方が孔径の大きい多孔質部材 2 1 6 Aより毛細管力は大きいので、収容室 2 1 3 b内のインクが下側の多孔室部材 2 1 6 Bに集まり、保持される。したがって、一度空気がアクチュエータ 1 0 6まで到達してインク無しを検出すると、インクが再度アクチュエータに到達してインク有りと検出することが無い。更に、アクチュエータ 1 0 6から遠い側の多孔質部材 2 1 6 Bにインクが吸収されることで、アクチュエータ 1 0 6近傍のインクの捌けが良くなり、インク有無を検出するときの音響インピーダンス変化の変化量が大きくなる。また、アクチュエータ 1 0 6を収容室 2 1 3 bの上面 1 9 4 cに設けることにより、インクニアエンドが検出されてから完全にインクエンド状態になるまでのインク量に補正をかけ、最後までインクを消費することができる。更に、収容室 2 1 3 bの容量を隔壁 2 1 2の長さや間隔を変えたりすることなどによって調節することにより、インクニアエンド検出後の消費可能インク量を変えることができる。

図 4 5 A、図 4 5 B、図 4 5 Cは、図 4 4 Cに示したインクカートリッジ 1 8 0 Iの他の実施例であるインクカートリッジ 1 8 0 Kを示す断面図である。図 4 5 A、図 4 5 B、図 4 5 Cに示すインクカートリッジ 1 8 0の多孔質部材 2 1 6は、多孔質部材 2 1 6の下部の水平方向の断面積が、インク容器 1 9 4の底面の方向にむけて徐々に小さくなるように圧縮され、孔径が小さくなるよう設計されている。図 4 5 Aのインクカートリッジ 1 8 0 Kは、多孔質部材 2 1 6の下の方の孔径が小さくなるように圧縮するために側壁にリブが設けられている。多孔質部材 2 1 6下部の孔径は圧縮されることにより、小さくなっているため、インクは多孔質部材 2 1 6下部へと集められ、保持される。アクチュエータ 1 0 6から遠い側の多孔質部材 2 1 6下部にインクが吸収されることで、アクチュエータ 1 0 6近傍のインクの捌けが良くなり、インク有無を検出するときの音響インピーダンス変化の変化量が大きくなる。したがって、インクが揺れることによってインクカートリッジ 1 8 0 K上面に装着されたアクチュエータ 1 0 6にインクがかかってしまい、アクチュエータ 1 0 6が、インク無しをインク有りと誤検出することを防止することができる。

一方、図 4 5 B及び図 4 5 Cのインクカートリッジ 1 8 0 Lは、多孔質部材 2 1 6の下部の水平方向の断面積が、インク容器 1 9 4の幅方向において、インク



容器 1 9 4 の底面にむけて徐々に小さくなるよう圧縮するために、収容室の水平方向の断面積がインク容器 1 9 4 の底面の方向にむけて徐々に小さくなっている。多孔質部材 2 1 6 下部の孔径は圧縮されることにより、小さくなっているので、インクは多孔質部材 2 1 6 の下部へと集められ、保持される。アクチュエータ 1 0 6 から遠い側の多孔質部材 2 1 6 B の下部にインクが吸収されることで、アクチュエータ 1 0 6 近傍のインクの捌けが良くなり、インク有無を検出するときの音響インピーダンス変化の変化量が大きくなる。したがって、インクがエータ 1 0 6 にインクがかかっていしまい、アクチュエータ 1 0 6 が、インク無しをインク有りとは誤検出することを防止することができる。

図 4 6 A、図 4 6 B、図 4 6 C、図 4 6 D は、アクチュエータ 1 0 6 を用いたインクカートリッジの更に他の実施例を示す。図 4 6 A のインクカートリッジ 2 2 0 A は、インクカートリッジ 2 2 0 A の上面から下方へと延びるように設けられた第 1 の隔壁 2 2 2 を有する。第 1 の隔壁 2 2 2 の下端とインクカートリッジ 2 2 0 A の底面との間には所定の間隔が空けられているので、インクは、インクカートリッジ 2 2 0 A の底面を通じてインク供給口 2 3 0 へ流入できる。第 1 の隔壁 2 2 2 よりインク供給口 2 3 0 側には、インクカートリッジ 2 2 0 A の底面より上方に延びるように第 2 の隔壁 2 2 4 が、形成されている。第 2 の隔壁 2 2 4 の上端とインクカートリッジ 2 2 0 A 上面との間には所定の間隔が空けられているので、インクは、インクカートリッジ 2 2 0 A の上面を通じてインク供給口 2 3 0 へ流入できる。

第 1 の隔壁 2 2 2 によって、インク供給口 2 3 0 から見て、第 1 の隔壁 2 2 2 の奥の方に第 1 の収容室 2 2 5 a が形成される。一方、第 2 の隔壁 2 2 4 によって、インク供給口 2 3 0 から見て第 2 の隔壁 2 2 4 の手前側に第 2 の収容室 2 2 5 b が形成される。第 1 の収容室 2 2 5 a の容量は、第 2 の収容室 2 2 5 b の容量より大きい。第 1 の隔壁 2 2 2 及び第 2 の隔壁 2 2 4 の間に、毛管現象を起こせるだけの間隔が空けられることにより、毛管路 2 2 7 が形成される。したがって、第 1 の収容室 2 2 5 a のインクは、毛管路 2 2 7 の毛細管力により、毛管路 2 2 7 に集められる。そのため、気体や気泡が第 2 の収容室 2 2 5 b へ混入するのを防止することができる。また、第 2 の収容室 2 2 5 b 内のインクの水位は、

安定的に徐々に下降できる。インク供給口230から見て、第1の収容室225aは、第2の収容室225bより奥に形成されているので、第1の収容室225aのインクが消費された後、第2の収容室225bのインクが消費される。

インクカートリッジ220Aのインク供給口230側の側壁、すなわち第2の収容室225bのインク供給口230側の側壁には、アクチュエータ106が装着されている。アクチュエータ106は、第2の収容室225b内のインクの消費状態を検知する。アクチュエータ106を、第2の収容室225bの側壁に装着することによって、インクエンドにより近い時点でのインク残量を安定的に検出することができる。更に、アクチュエータ106を第2の収容室225bの側壁に装着する高さを変えることにより、どの時点でのインク残量をインクエンドにするかを、自由に設定することができる。毛管路227によって第1の収容室225aから第2の収容室225bへインクが供給されることにより、アクチュエータ106は、インクカートリッジ220Aの横揺れによるインクの横揺れの影響を受けないので、アクチュエータ106は、インク残量を確実に測定できる。更に、毛管路227が、インクを保持するので、インクが第2の収容室225bから第1の収容室225aへ逆流するのを防ぐ。

インクカートリッジ220Aの上面には、逆止弁228が設けられている。逆止弁228によって、インクカートリッジ220Aが横揺れしたときに、インクがインクカートリッジ220A外部に漏れるのを防ぐことができる。更に、逆止弁228をインクカートリッジ220Aの上面に設置することで、インクのインクカートリッジ220Aからの蒸発を防ぐことができる。インクカートリッジ220A内のインクが消費されて、インクカートリッジ220A内の負圧が逆止弁228の圧力を越えると、逆止弁228が開いて、インクカートリッジ220Aに空気を吸入し、その後閉じてインクカートリッジ220A内の圧力を一定に保持する。

図46C及び図46Dは、逆止弁228の詳細の断面を示す。図46Cの逆止弁228は、ゴムにより形成された羽根232aを有する弁232を有する。インクカートリッジ220の外部との通気孔233が、羽根232aに対向してインクカートリッジ220に設けられる。羽根232aによって、通気孔233が、

開閉される。逆止弁 228 は、インクカートリッジ 220 内のインクが減少し、インクカートリッジ 220 内の負圧が逆止弁 228 の圧力を越えると、羽根 232a が、インクカートリッジ 220 の内側に開き、外部の空気をインクカートリッジ 220 内に取り入れる。図 46D の逆止弁 228 は、ゴムにより形成された弁 232 とバネ 235 とを有する。逆止弁 228 は、インクカートリッジ 220 内の負圧が逆止弁 228 の圧力を越えると、弁 232 が、バネ 235 を押圧して開き、外部の空気をインクカートリッジ 220 内に吸入し、その後閉じてインクカートリッジ 220 内の負圧を一定に保持する。

図 46B のインクカートリッジ 220B は、図 46A のインクカートリッジ 220A において逆止弁 228 を設ける代わりに第 1 の収容室 225a に多孔質部材 242 を配置している。多孔質部材 242 は、インクカートリッジ 220B 内のインクを保持すると共に、インクカートリッジ 220B が横揺れしたときに、インクがインクカートリッジ 220B の外部へ漏れるのを防ぐ。

以上、キャリッジに装着される、キャリッジと別体のインクカートリッジにおいて、インクカートリッジ又はキャリッジにアクチュエータ 106 を装着する場合について述べたが、キャリッジと一体化され、キャリッジと共に、インクジェット記録装置に装着されるインクタンクにアクチュエータ 106 を装着してもよい。更に、キャリッジと別体の、チューブ等を介して、キャリッジにインクを供給するオフキャリッジ方式のインクタンクにアクチュエータ 106 を装着してもよい。またさらに、記録ヘッドとインク容器とが一体となって交換可能に構成されたインクカートリッジに、本発明のアクチュエータを装着してもよい。

#### 「実消費状態検出と推定消費状態算出との組合せ」

以上、本実施例にかかるインク消費検出機能付きの各種のインクカートリッジについて説明した。これらのインクカートリッジは、圧電装置で構成される液体センサ（アクチュエータ等）を備えていた。液体センサを用いることにより、実際の消費状態、すなわち実消費状態が検出される。本実施例では、さらに消費状態が推定される。インク消費は、印刷または記録ヘッドメンテナンスによるインク消費であり、両方が推定されても、片方が推定されてもよい。本実施例では、主として、インクジェット記録装置の稼働量としての印刷量に基づく推定処理を

説明する。こうして求めた消費状態を推定消費状態という。実消費状態の検出と推定消費状態の算出とを組み合わせることにより、インク消費状態をより正確かつ詳細に求められる。以下、実消費状態と推定消費状態を組み合わせる好適な構成を説明する。

図47は、本実施例のインク消費検出機能を備えたシステムの構成を示している。インクカートリッジ800は、例えば図1のカートリッジに相当する。インクカートリッジ800は、液体センサ802および消費情報メモリ804を有する。液体センサ802は圧電装置で構成される。具体的には、液体センサ802は、上述した弾性波発生手段またはアクチュエータで構成され、インク消費状態に応じた信号を出力する。消費情報メモリ804は、EEPROM等の書き換え可能なメモリであり、上述の半導体記憶手段（図1、参照番号7）に相当する。

記録装置制御部810は、インクジェット記録装置を制御するコンピュータで構成される。記録装置制御部810はインクジェット記録装置に備えられてもよい。また、記録装置制御部810の一部または全部の機能が、記録装置に接続された他のコンピュータ等の外部装置に備えられてもよい。

記録装置制御部810は消費検出処理部812を有する。消費検出処理部812、液体センサ802および消費情報メモリ804によりインク消費検出装置が構成される。消費検出処理部812は、液体センサ802および消費情報メモリ804を用いて消費状態を求める。そして求めた消費状態は消費情報メモリ804に格納される。

記録装置制御部810は、さらに、印刷動作制御部818、印刷データ記憶部824および消費情報提示部826を含む。これらの構成については後述する。

記録装置制御部810の消費検出処理部812は、推定消費算出処理部814および実消費検出処理部816を含む。実消費検出処理部816は、液体センサ802を制御して実消費状態を検出し、実消費状態を消費情報メモリ804に書き込む。実消費状態は前述した原理に従って検出される。例えば、音響インピーダンスに基づき実消費状態を検出するために、実消費検出処理部816は、液体センサ802の圧電素子を駆動する。圧電素子は、振動を発生した後の残留振動

状態を示す信号を出力する。残留振動状態がインク消費状態に応じて変化することに基づいて実消費状態が検出される。

本実施例では、特に、インク液面が液体センサ 802 を通過したか否かが、実消費状態として検出される。液面通過の前後で、センサの出力信号が大きく変わる。したがって液面通過は確実に求められる。以下、液面の通過前の状態を「インク有り状態」、液面の通過後の状態を「インク空状態」という。

一方、推定消費算出処理部 814 は、インクカートリッジ 800 のインク消費に基づいて推定消費状態を求める。インクは、印刷により消費され、また記録ヘッドのメンテナンス動作によって消費される。そこで、好ましくは、印刷によるインク滴数とメンテナンス回数とからインク消費量が求められる。ただし、本発明の範囲内で、どちらか一方からインク消費量が求められてもよい。ここでは、印刷量からインク消費量を求める処理を中心に説明する。

すなわち、推定消費算出処理部 814 は、インクカートリッジ 800 のインクを使って印刷するときの印刷量に基づいてインク消費状態を算出することにより、推定消費状態を求める。印刷量は、印刷動作制御部 818 の印刷量算出部 822 により求められ、推定消費算出処理部 814 に与えられる。印刷動作制御部 818 は、印刷データを受け取り、ヘッド等を用いて印刷を制御する。したがって印刷動作制御部 818 は印刷量を把握できる。印刷量が分かれば、その印刷量に対応するインク消費量を推定できる。こうして求められた推定消費状態も、実消費状態と同様、インクカートリッジ 800 の消費情報メモリ 804 に記憶される。

消費量の推定には、消費換算情報が用いられる。消費換算情報は、インクジェット記録装置の稼働量としての印刷量と、推定消費状態との関係を示す情報である。本実施例では、消費換算情報として、記録ヘッドから射出されるインク滴に対応するインク量（滴毎インク量）が用いられる。この場合、印刷ドット数が印刷量に対応する。滴毎インク量をドット数分だけ積算することにより消費量が推定される。

なお、上記より明らかなように、ドット数とインク消費量は比例している。そこで、ドット数がそのままインク消費量を表すパラメータとして処理されてもよい。

さらに、消費量の推定は、インク滴のサイズに基づいて行うことが好適である。記録装置が印刷データに応じて複数のサイズのインク滴を射出することが知られている。インク滴のサイズに応じて滴毎インク量は異なる。そこで、サイズに応じて異なる換算値を用いることで、より正確な推定ができる。

例えば、大きさ  $a$ 、 $b$ 、 $c$  の 3 種類のインク滴が射出されたとする。各インク滴のインク量は、 $V_a$ 、 $V_b$ 、 $V_c$  であるとする。また各インク滴の累積射出回数は、 $N_a$ 、 $N_b$ 、 $N_c$  であったとする。この場合、インク消費量は、 $V_a \cdot N_a + V_b \cdot N_b + V_c \cdot N_c$  である。

このような消費推定処理は、ソフトウェア手段を用いてドット数を積算しているので、ソフトカウント処理ということもできる。

推定消費状態を求めるための換算情報は、インクカートリッジ 800 の消費情報メモリ 804 に記憶されている。消費情報メモリ 804 には、換算情報を記憶する消費換算情報記憶部 808 が設けられている。

ところで、一般に消費換算情報はある程度の誤差を含んでいる。この誤差の主な原因は、ヘッドの吐出量ばらつき、インクカートリッジおよびインクジェット記録装置の個体差、使用条件、およびそれらの組合せにある。例えば、ロット間のインク粘度のばらつきによって、ドット毎のインク量が異なる。そこで、消費換算情報記憶部 808 には、基準消費換算情報と補正消費換算情報が格納される。基準消費換算情報は、標準的な換算情報である。補正消費換算情報は、液体センサ 802 を用いて実消費状態が検出されたときに、実消費状態に基づいて基準消費換算情報を補正することにより得られる。

補正消費換算情報が得られる前は基準消費換算情報が使用される。補正消費換算情報が得られると、その補正值が使用される。これにより、さらに正確な検出が可能となる。

図 48 は、本実施例によるインク消費検出の例を示している。図 48 には、消費換算情報の補正処理も示されている。インクフルは、カートリッジの使用が開始されるときの状態であり、インク消費量はゼロである。まず、推定消費算出処理部 814 により、印刷ドット数を積算することにより、推定消費量が求められる。ここでは、消費状態記憶部 806 から読み出された基準消費換算情報が用い

られる。

前述のように、推定消費量は、印刷ドット数と、ドット毎のインク量（換算情報）との積である。したがって、ドット数に比例して推定消費量が増える。推定消費量の傾き  $a$  が、換算情報に相当する。

インク消費が進行すると、インク液面が液体センサ 802 に到達する。このとき、液体センサ 802 は、実消費状態として液面通過を検出する。液面通過時の実際のインク消費量は、液体センサ 802 より上のカートリッジ容量であり、予め分かっている。この情報は消費情報メモリ 804 に記憶しておくことが好適である。液体センサ 802 は、好ましくは、インク残量が少なくなったときの液面の位置に設けられている。これにより、液体センサ 802 は、インクニアエンド状態において液面通過を実消費状態として検出する。

図 48 に示されるように、実消費状態が検出されるとき、実際の消費量と推定消費量（滴毎インク量の積算値）の間には誤差が生じている。これは、推定処理に用いる換算値が実際の値と異なるからである。そこで、実消費状態が検出された時点で、積算値である推定消費量が実際の値に補正される。補正值は消費情報メモリ 804 の消費状態記憶部 806 に格納される。

さらに、実消費状態に基づいて換算情報も補正される。インクフル状態から液面通過までのドット数を  $N_x$  とする。またインクフルからインクニアエンドまでの消費量を  $V_x$  とする。この場合、補正換算情報は、 $V_x / N_x$  である。補正換算情報は消費情報メモリ 804 の消費換算情報記憶部 808 に格納される。

実消費状態が検出された後は、再び、ドット数の積算により消費量が推定される。ただし、補正後の積算値に基づいて、その後の消費量が算出される。また、消費量の算出には、補正後の換算情報が用いられる。すなわち、図 48 中の補正後の推定消費量の傾きは、上述の  $V_x / N_x$  である。

このようにして補正されたデータが用いられ、これにより、インクニアエンドから消費完了までは、インク消費状態を正確に求めることができる。

特に、インク消費量を正確に検出することは、インクが多いときよりも、インクが少ないときに重要である。本実施例によれば、インクニアエンド状態で推定消費量および換算情報を補正しているので、こうした要求に適切に応えられる。

これにより、インク不足による印刷不良を防止することができる。また、適切なカートリッジ交換タイミングをユーザに知らせることができる。

図49は、消費検出処理部812による検出処理を示している。インクカートリッジ800が装着されると、消費換算情報記憶部808から基準消費換算情報が取得される(S10)。そして、推定消費算出処理部814により推定消費状態が算出される(S12)。また、実消費検出処理部816により液体センサ802を用いて実消費状態が検出される(S14)。インク液面が液体センサ802に到達するまでは、実消費状態として「インク有り状態」が検出される。

実消費状態は、適当な間隔をおいて検出されてもよい。また、推定消費量が少ないときは検出頻度を少なくし、推定消費量が所定の切替値に達すると検出頻度を大きくしてもよい。あるいは、推定消費量が所定の切替値に達するまでは、実消費状態は検出されなくてもよい。

所定の切替値は、インク液面が液体センサ802に到達する前の適当な値に設定される。好ましくは、所定の切替値は、インク液面が液体センサ802に近づいたときの消費量に設定される。切替時の消費量と液面通過時の消費量との差が、液面通過時の推定消費量の最大誤差よりも大きくなるように、切替値が設定される。

こうした処理により、液面通過が検出される可能性が低いときの実消費検出が抑制される。したがって、圧電装置の動作およびそのための処理を少なくすることができる。圧電装置を効率よく使用することができる。

図49に戻り、S14の後、推定消費量の算出結果および実消費状態の検出結果は、消費状態記憶部806に格納される(S16)。次に、消費情報がユーザに提示される(S18)。S18の処理は、記録装置制御部810の消費情報提示部826(図47)により行われる。この処理については、後に更に説明する。

次に、実消費状態として液面通過が検出されたか否かが判定される(S20)。NOであればS12に戻る。次のルーチンでは、前回の推定消費量に、その後の消費量を加えた結果が推定消費量として得られる。

S20がYESの場合、液体センサ802を用いた実消費状態の検出が終了される(S22)。液面がセンサを通過すると、実消費状態がインク有り状態から



インク空状態に切り替わる。この後はインク空状態が継続的に検出される。したがって、実消費状態を検出する必要がない。そこで、実消費状態の検出が終了される。こうした処理により、圧電装置の動作およびそのための処理を少なくすることができ、したがって圧電装置を効率よく使用することができる。

次に、図48を用いて説明したように、S24では推定消費状態（積算値）が補正され、S26では消費換算情報が補正される。これらの補正值は、それぞれ消費状態記憶部806および消費換算情報記憶部808に格納される（S28）。

S30では、S12と同様に推定消費状態が算出される。ただし、S12と異なり、補正後の換算情報が用いられる。また、S24で補正された消費状態を基準として、その後の消費量が算出される。そして、S32では消費状態がユーザに提示され、S34では消費状態の算出結果が消費状態記憶部806に格納される。S36では推定消費量が全インク量に達したか否か（消費完了か否か）が判定され、NOであればS30に戻る。消費が完了した場合、すなわちインクが無くなった場合には、印刷前の印刷データが保存される（S38）。

#### 「メンテナンス時の消費量の推定」

上記の処理では、インク滴数からインク消費量を求めた。ところで、インクジェット記録装置では、記録ヘッドのメンテナンス処理が適当な間隔をおいて実施される。メンテナンス処理でもインクが消費され、その消費量が無視できないほどに多い事もありえる。そこで、メンテナンスによる消費量も考慮することが好ましい。

好適には、記録装置制御部は、メンテナンス処理の実行を推定消費算出部に伝える。メンテナンス1回あたりのインク消費量は消費換算情報記憶部に記憶されている。推定消費算出処理部は、メンテナンス回数に、1回の消費量を積算する。これにより、メンテナンスによるインク消費量が求められる。このメンテナンスによる消費量と、インク滴数から求めた消費量との和が、推定消費量として求められる。

前述したように、インク消費量はインク滴数で表現されてもよい。両者は比例するからである。この場合、メンテナンスによる消費量は、インク滴数に換算されてもよい。この換算インク滴数が、印刷によるインク滴数に加算される。加算

された滴数が、インク消費量を表すパラメータとして扱われる。

このようにして、本実施例によれば、印刷によるインク消費量に加えて、メンテナンスによるインク消費量をも推定して、両者の和を求めることにより、さらに正確にインク消費状態が推定される。

なお、このメンテナンス処理に関しては、後述する他の実施例においても同様である。

#### 「消費状態の利用」

次に、上記のようにして得られた消費状態を利用する構成について説明する。図47を参照すると、印刷動作制御部818は、印刷動作部820を制御して、印刷データに従った印刷を実現する制御部である。印刷動作部820は、印字ヘッド、ヘッド移動装置、用紙送り装置等である。印刷動作制御部818の印刷量算出部822は、前述したように、インク消費量の推定のための印刷量を消費検出処理部812に与える。

印刷動作制御部818は、消費検出処理部812が検出した消費状態情報に基づきいて動作する。本実施例では、推定消費量からインクが無くなったと判断されるとき、印刷動作およびメンテナンス動作といったインクを消費する動作が停止される。そして、印刷前の印刷データが印刷データ記憶部824に格納される。この印刷データは、新しいインクカートリッジが装着された後に印刷される。この処理は、図49のS38に相当する。

なお、インク不足による印刷不良を防止するために、適当な少量のインクが残っている状態でインクが無くなったと判定することが好ましい。

また、1枚の紙を印刷する途中で印刷が中断するのは好ましくない場合がある。この場合、インクが不足するか否かを、1枚の紙を基準に判断することが好適である。例えば、1枚の紙の印刷に必要なインク量が適当に設定される。そのインク量より残量が少なくなった時点で、インクが無くなったと判定される。

同様の判定は、印刷データに基づいて行われてもよい。例えば、まとまった文書データを印刷するとする。印刷枚数に対応するインク量が残量より少なくなった時点で、インクが無いと判断される。

印刷動作制御部818の他の処理例では、実消費検出処理によって実消費状態

が検出されたとき、実消費状態に基づいて残り可能印刷量が計算される。残り可能印刷量を印刷したとき、印刷前の印刷データが印刷データ記憶部 8 2 4 に格納される。実消費状態に基づく確実な処理が行われる。

さらに他の処理例では、検出された消費状態に基づいて別の構成が制御される。例えば、インク補充装置、インクカートリッジ交換装置などが設けられ、それらが制御されてもよい。すなわち消費状態（実消費状態および／または推定消費状態）に基づいてインク補充またはインクタンク交換の必要性、タイミングが判定され、判定結果に応じて補充または交換が行なわれる。補充または交換がユーザに促されてもよいことはもちろんである。

図 4 7 の消費情報提示部 8 2 6 は、消費状態を利用するもう一つの構成である。消費情報提示部 8 2 6 は、消費検出処理部 8 1 2 が検出した消費状態情報を、ディスプレイ 8 1 8 およびスピーカ 8 3 0 を用いてユーザに提示する。ディスプレイ 8 1 8 には消費状態を示す図形等が表示され、スピーカ 8 3 0 からはインク残量を示す報知音または合成音声が出力される。合成音声により、適切な操作が案内されてもよい。

消費状態は、ユーザの要求に応じて提示されてもよい。また、適当な間隔において周期的に提示されてもよい。また、適当なイベント、例えば印刷開始等のイベントが生じたときに提示されてもよい。また、インク残量が所定の値になったときに自動的に提示されてもよい。

図 5 0 は、消費状態の表示例を示している。この形態では、残りのインク量が表示される。好ましくは、図示のように、消費状態に応じて異なる形態でインク量が表示される。すなわち、インク量に応じて、インク量を表す棒の長さが変更される。さらに、インク量が減るに従って、棒図形の色が青、黄、赤と変更される。こうした表示形態の変更、詳細には色および図形の変更により、インクの消費状態をわかりやすくユーザに伝えることができる。

また、ディスプレイ 8 2 8 は、例えば記録装置の表示パネルである。また、ディスプレイ 8 2 8 は、記録装置に接続されたコンピュータの画面でもよい。

図 5 0 では、インク残量が提示された。これに対し、消費状態に基づいて、残りのインクでの可能印刷量が求められ、提示されてもよい。可能印刷量は例えば

印刷枚数である。計算例としては、インク残量と、1枚辺りの標準的なインク消費量とのわり算により、可能印刷枚数が求められる。

「液体センサおよび消費情報メモリの配置」

図5 1を参照し、液体センサ8 0 2および消費情報メモリ8 0 4の好適な配置を説明する。図5 1に示すように、液体センサ8 0 2および消費情報メモリ8 0 4は、インク供給口8 4 0の近傍に設けられる。

このように配置することにより、以下の利点を得られる。一般に供給口には高い位置決め精度が要求され、この要求を満たす位置決め用構成が設けられている。例えば、位置決め突起や位置決め用の突当て部が設けられる。供給口の近傍の壁部に液体センサおよびメモリを設けることにより、供給口の位置決め用構成が、液体センサおよびメモリの位置決め用構成としても機能する。一つの位置決め用構成が供給口、液体センサおよびメモリに作用する。簡単な構成で正確な位置決めができる。そして検出精度の向上も図れる。なお、位置決め精度の要求に応じて、液体センサおよびメモリの一方が供給口の近傍に設けられてもよい。

図5 2 Aおよび図5 2 Bは、供給口8 4 0の位置決めの構成例を示している。カートリッジ下面の供給口8 4 0の周囲に、四角形の位置決め突起8 4 2が設けられている。位置決め突起8 4 2は、記録装置側の位置決め凹部8 4 4に嵌め込まれる。位置決め凹部8 4 4は、位置決め突起8 4 2と対応する形状をもつ。

上記構成では、液体センサは供給口の近傍に設けられた。しかし、液体センサは、カートリッジの仕様に応じて適当な場所に配置されてもよい。好適な構成例としては、インクカートリッジの内部が、少なくとも一つの隔壁によって、互いに連通する複数のチャンバに分離される。液体センサは、後にインクが消費されるチャンバの上部に設置される。先にインクが使われるチャンバの容量よりも、後にインクが使われるチャンバの容量が小さく設定される。こうした構成は、前述した検出機能付きカートリッジの説明の中で図面を参照して述べられている。

次に、本発明の別の実施例を説明する。

図5 3は、本実施例のインク消費検出機能を備えたインクジェット記録装置を示している。本実施例では、図4 7の構成と異なり、消費換算情報記憶部8 5 0が記録装置制御部8 1 0に設けられている。

この形態では、あるインクカートリッジが装着されているときに、実消費状態に基づいて消費換算情報が補正されたとする。得られた補正消費換算情報は、制御部 810 内で消費換算情報記憶部 850 に保持される。別のインクカートリッジが装着されたとき、消費換算情報記憶部 850 の補正消費換算情報が読みだされ、インク消費量の推定に利用される。

このように、本実施例によれば、消費換算情報を記録装置側でもっているため、インクカートリッジが交換された後も、補正消費換算情報を継続して利用できる。本実施例は、インクジェット記録装置の個体差が実際の消費換算値に大きく影響する場合に、特に有利である。記録装置の個体差とは、典型的には記録ヘッドの個体差である。

またこの形態では、複数のインクカートリッジが使用され、複数回の補正処理が行われると、換算情報がより適正な値に近づく。この値を用いることにより、さらに正確な推定処理が可能となる。

また本実施例の変形例として、消費換算情報記憶部 850 は、さらに別の構成、例えばインクジェット記録装置に接続された外部のコンピュータに設けられてもよい。

その他に、本実施例では、カートリッジ ID (シリアル) 毎に値 (情報) がメモリに格納され、以前と同じカートリッジが付けられたら、記憶してある値が読み出されて使用されてもよい。

また、本実施例の変形例として、消費換算情報の記憶部は、インクカートリッジおよび記録装置の両方に設けられてもよい。それらは両方同時にメモリ書換を行なってもよいし、カートリッジ取り外し時にカートリッジから記録装置にデータがダウンロードされるように構成してもよい。

次に、本発明のさらに別の実施例を説明する。

図 54 は、本実施例のインク消費検出機能を備えたインクジェット記録装置を示している。図 47 の構成との相違点として、インクカートリッジ 800 の消費情報メモリ 804 に、インクエンドイベント情報記憶部 860 が追加されている。

インクエンドイベント情報記憶部 860 は、消費検出処理部 812 の制御の下で、インクエンドイベント情報を記憶する。インクエンドイベント情報は、実消

費状態として得られる情報であって、液体センサをインク液面が通過したことを示す情報である。ここでは液面通過をインクエンドイベントという。すなわち、インクエンドイベントは、液面通過前の「インク有り状態」から液面通過後の「インク空状態」へ移行する事象である。消費検出処理部 812 は、液面通過を検出すると、インクエンドイベント情報記憶部 860 を「イベント未発生」から「イベント発生」に書き換える。

インクエンドイベント情報を記録することにより、消費検出処理部 812 は、液面通過の有無を容易に把握することができる。この情報を利用して、液面通過に基づく各種の処理を進められる。消費状態記憶部 806 には、実消費状態に関連するより詳細な情報を記憶しておいてもよい。

本実施例は、例えばインクカートリッジが装着される時の動作にとって有利である。装着の際、格納されたインクエンドイベント情報が読み出される。インクジェット記録装置は、液体センサをインク液面が通過済みであるか否かを判定し、通過済みの場合には所定の動作を行う。例えば、インクが残り少ないことが直ちにユーザに知らされる。また、記録装置が適正な姿勢に置かれていないような場合でも、インクが残り少ないことが容易に分かる。

このように、本実施例は、実消費状態として特に有用なインクエンドイベント情報を容易に入手できるという点で有利である。

#### 「本実施例の利点」

以上、本実施例を説明した。次に、本実施例の利点をまとめて述べる。その他の利点は上述した通りである。

本実施例によれば、推定消費算出と実消費検出が併用される。実消費状態は、圧電装置を用いることにより正確に検出され、かつ、圧電装置を用いているのでインク漏れ等が好適に防止される。一方、推定処理によれば、多少の誤差を伴うものの、消費状態を詳細に求められる。したがって、両処理の併用により、正確かつ詳細にインク消費状態を求められる。

本実施例では、実消費検出処理により、圧電装置をインク液面が通過するのが検出される。圧電装置をインク液面が通過すると、圧電装置の出力が大きく変化する。したがって、液面通過は確実に検出される。この液面通過の前後のインク

消費状態が詳細に推定される。こうした処理により、インク消費状態を正確かつ詳細に求められる。

また本実施例では、圧電装置をインク液面が通過するのが検出されたとき、実消費状態の検出が終了される。これにより圧電装置の動作が、必要なときに制限される。すなわち、圧電装置の無用な動作とそれに伴う実消費検出処理が省かれる。

本実施例では、実消費状態の検出結果に基づき、消費換算情報が補正される。これにより、消費状態の推定処理の誤差を低減することができ、より正確にインク消費状態を推定できる。

補正された消費換算情報は、補正対象のインクタンクに限定して用いられてもよい。あるいは、補正された消費換算情報は、補正対象のインクタンクに限らず、その後に装着されるインクタンクのためにも用いられてよい。後者によれば、インクカートリッジの交換後も補正情報を継続して利用できる。

また本実施例では、図48を用いて説明したように、実消費検出処理の検出結果に基づき、推定消費状態が補正される。補正後の消費状態に基づき、その後の推定が正確に行われる。

本実施例では、推定消費状態を用いてディスプレイ等に消費量の情報が表示される。例えば求めた消費状態に基づいて、残りのインクでの可能印刷量が提示される。また求めた消費状態に基づいて、残りのインク量が提示される。このとき、インク量に応じて異なる色および形状の図形が用いられる。このようにして、インク消費状態をユーザに分かりやすく伝えられる。

本実施例では、液体センサがインクカートリッジのインク供給口の近傍に設けらる。これにより、液体センサを正確に位置決めできる。さらに消費情報メモリも供給口の近傍に設けられ、これにより正確に位置決めされる。

本実施例では、求めた消費状態が消費情報メモリに格納される。消費情報メモリはインクカートリッジに装着されている。したがって、インクカートリッジが取り外され、それから再度装着されたときに、消費状態が容易に分かる。

また、消費換算情報も消費情報メモリに格納されている。これらの情報も、インクカートリッジが装着されたときに、メモリから読み出され、好適に利用され

る。

一方で、補正消費換算情報が記録装置側で保持されてもよい。この場合、カートリッジが交換された後も補正換算情報を継続して利用できる。補正が繰り返されると、換算情報が適正な値に近づき、推定処理がより正確に行われる。

また本実施例では、推定処理によってインクが無くなったと判断されると、印刷データが記憶部へ格納される。これにより印刷データが失われずにすむ。

また別の例では、実消費状態が検出されたとき、残り可能印刷量が計算される。残り可能印刷量を印刷したとき、印刷前の印刷データを印刷データ記憶部へ格納される。この形態によっても印刷データが失われずにすむ。

また別の実施例では、インクエンドイベント情報記憶部が設けられる。インクエンドイベント情報には、インク液面のセンサ通過を示す情報が記憶される。実消費情報として特に有用なイベント情報が容易に取り出せるかたちで保持される。インクカートリッジが記録装置に装着されたときには、イベント情報が読み出される。既に液体センサを液面が通過済みであるときは、インクが残り少ないことが速やかにユーザに提示される。例えば、記録装置が適正な姿勢に置かれていない場合でも、インクが残り少ないことが容易に分かる。

本発明は、各種の態様のかたちで実現可能である。本発明は、インク消費検出方法でもよく、インク消費検出装置でもよく、インクジェット記録装置でもよく、インクジェット記録装置の制御装置でもよく、インクカートリッジでもよく、その他の態様でもよい。インクカートリッジの態様の場合には、好ましくはインクカートリッジは消費情報メモリを有し、上述した各種の処理に必要な情報を提供する。

次に、本発明の別の実施例について説明する。

図55は、本実施例のインク消費検出機能を備えたシステムの構成を示している。図47に示した実施例と比べると、本実施例では、インクカートリッジ800の消費情報メモリ804に、補正対象識別情報記憶部809が追加で設けられている。この記憶部809は補正対象識別情報を記憶する。この識別情報は、消費換算情報を補正したときにインクカートリッジが装着されていたインクジェット記録装置を特定する情報である。識別情報は、消費換算情報が補正されたとき、



消費検出処理部 8 1 2 により記憶部 8 0 9 に書きこまれる。

実際には、消費換算情報記憶部 8 0 8 と補正対象識別情報記憶部 8 0 9 が一体化されてよい。そして、補正消費換算情報が、補正の対象なった記録装置を示す識別情報と関連づけて記憶される。

補正対象識別情報は、インクジェット記録装置の種類を識別する情報でもよく、インクジェット記録装置を個別に識別する情報でもよい。また識別情報は、インクジェット記録装置のインク消費関連構成を識別する情報でもよい。インク消費関連構成は例えば記録ヘッドである。また、インク消費関連構成には、印刷関連の制御ソフトウェアも含まれる。さらに、記録ヘッドのメンテナンスにおいて機能するメンテナンス制御ソフトウェアも含まれる。

本実施例では、一例として、記録装置または記録ヘッドの個体番号が識別情報として用いられる。消費換算情報が補正されたとき、その補正值とともに個体番号が、消費状態メモリ 8 0 4 へと書きこまれる。

図 5 6 は、補正対象識別情報を利用する消費検出処理部 8 1 2 の処理を示している。この処理は、プリンタの電源が入れられたとき、または、カートリッジが記録装置に装着されたときに行なわれる。カートリッジの装着は、記録装置に設けた適当なスイッチ（図示せず）を用いて判断される。

図 5 6 では、まず、補正対象識別情報が消費情報メモリより読み出され（S 1 0）、識別情報とインクジェット記録装置が一致するか否かが判定される（S 1 2）。一致しない場合（識別情報がまだ記録されていない場合を含む）、基準消費換算情報が読み出される（S 1 4）。以降の消費量推定演算では、この基準情報が用いられる。

一方、S 1 2 の判定が Y E S の場合、現状の記録装置を対象として得られた補正消費換算情報が記憶されている。そこで、その補正消費換算情報が読み出される（S 1 6）。以降の消費量推定演算では、この補正情報が用いられる。

このように、本実施例によれば、補正対象識別情報を参照することにより、補正消費換算情報が、その補正を行ったときのインクジェット記録装置でのみ使用される。補正消費換算情報が別のインクジェット記録装置で使用される、という事態が回避される。インクカートリッジが記録装置から取り外され、別の記録装

置に取り付けられたときは、S 1 2の判断がN Oになり、基準消費換算情報が用いられる。インクタンクが再度同じ記録装置に取り付けられたときは、S 1 2の判断がY E Sになり、以前の補正消費換算情報が用いられる。カートリッジの脱着はなく、単に電源のO N、O F Fが行われた場合も同様である。このようにして適当な消費換算情報が使用されるので、インク消費状態を正確に求められる。

次に、本発明の別の実施例を説明する。

図5 7は、本実施例のインク消費検出機能を備えたインクジェット記録装置を示している。本実施例では、図5 5の構成と異なり、複数の液体センサ8 0 2がインクカートリッジ8 0 0に設けられている。図5 7の例では、7つのセンサが設けられている。これら複数の液体センサ8 0 2は、記録装置制御部8 0 1の消費検出処理部8 1 2、より詳細には実消費検出処理部8 1 6により制御される。

図5 8は、インクカートリッジ8 0 0における複数の液体センサ8 0 2の配置を示している。7つのセンサは、インク消費に伴ってインク液面が低下していく方向に沿って、互いに異なる7つの高さに配置されている。こうした構成は、比較的多くのインクを収納するカートリッジ、例えばいわゆるオフキャリッジタイプのカートリッジに適している。オフキャリッジタイプのカートリッジは、記録ヘッドから離れた位置に固定して用いられる。カートリッジと記録ヘッドは、チューブ等を介して接続される。

図5 7に戻り、消費検出処理部8 1 2は、7つの液体センサ8 0 2を個別に用いて消費状態を検出する。したがって、7つの異なる段階での消費状態（液面通過）が検出される。

なお、好ましくは、全部の液体センサが同時にではなく、順番に用いられる。一つのセンサが液面通過を検出したとする。すなわち、一つのセンサの検出結果が、インク有り状態からインク空状態に変わったとする。そのセンサの使用が停止され、一つ下側のセンサが使用される。最も下側のセンサがインク空状態を検出すると、センサを用いた実消費検出が終了される。こうした処理により、センサの動作およびそのための処理を少なくでき、センサを効率よく使用できる。

次に、本実施例のシステムにおける消費換算情報の補正処理を説明する。

本システムでは、液面通過が2回検出されると、消費換算情報が補正される。1

回目の検出では、あるセンサにより液面通過が検出される。次に、2回目の検出では、一つ下側のセンサにより液面通過が検出される。この2回目の検出がなされると、2回の検出の間の印刷量から補正消費換算情報が求められる。具体的には、2回の検出の間の印刷ドット数が求められる。そして、2つのセンサの間のインク量が印刷ドット数で割り算される。

インクフル状態からカートリッジの使用が開始され、最も上のセンサが液面通過を検出したとする。この場合は、最初の液面検出が2回目の液面検出とみなされ、補正処理が行なわれる。インクフルから液面検出までの印刷量が求められる。最も上のセンサより上のインク量と印刷量から補正消費換算情報が求められる。

また、インクカートリッジが同じ記録装置で継続的に使用されると、次々とセンサにより液面通過が検出される。この場合、液面通過が検出される度に、補正消費換算情報が求められる。前回の検出から今回の検出までの間の印刷量から補正消費換算情報が求められる。こうして、液面通過が検出される度に、補正消費換算情報が更新される。

次に、本システムにおける補正対象識別情報の処理を説明する。前述したように、補正対象識別情報は、消費換算情報を補正したときにインクカートリッジが装着されていたインクジェット記録装置を特定する情報である。本実施例では、一例として、記録装置または記録ヘッドの個体番号が識別情報として用いられる。前述の第1の実施例と同様に、消費換算情報が補正されると、消費検出処理部812の制御の下で、この識別情報が消費情報メモリ804の記憶部809に格納される。

図59は、補正対象識別情報を利用する消費検出処理部812の処理を示している。この処理は、プリンタの電源が入れられたとき、または、カートリッジが記録装置に装着されたときに行なわれる。カートリッジの装着は、記録装置に設けた適当なスイッチ（図示せず）を用いて判断される。

図59では、まず、補正対象識別情報が消費情報メモリより読み出され（S20）、識別情報とインクジェット記録装置が一致するか否かが判定される（S22）。一致しない場合（識別情報がまだ記録されていない場合を含む）、基準消費換算情報が読み出される（S24）。以降の消費量推定演算では、この基準情

報が用いられる。

インクが消費される過程で、液面通過の検出回数が2回になったか否かが判定される(S26)。S26の判定がYESになると、基準消費換算情報が補正される(S28)。補正消費換算情報は、補正の対象になった記録装置を示す補正対象識別情報とともに消費状態メモリ804に格納される。以降の消費量推定演算では、補正消費換算情報が用いられる。

一方、S22の判定がYESの場合、現状の記録装置を対象として得られた補正消費換算情報が記憶されている。そこで、その補正消費換算情報が読み出される(S30)。以降の消費量推定演算では、この補正情報が用いられる。

その後、インクが消費される過程で、液面通過の検出回数が2回になったか否かが判定される(S32)。S32の判定がYESになると、補正消費換算情報が再び求められる(S34)。この補正消費換算情報は、補正の対象になった記録装置を示す補正対象識別情報とともに消費状態メモリ804に格納される。こうして補正消費換算情報が更新される。以降の消費量推定演算では、再補正後の消費換算情報が用いられる。

図60は、上記の処理の一例を示している。インクカートリッジ800には、1番～7番センサ802-1～802-7が配列されている。インクカートリッジが、まだ消費換算情報の補正の対象になっていないインクジェット記録装置に装着されたとする。インクカートリッジが装着されたとき、インク液面は3番センサ802-3と4番センサ802-4の間にあったとする。

インクが消費されると、4番センサ802-4により液面通過が検出される(1回目の検出)。さらに5番センサ802-5により液面通過が検出される(2回目の検出)。4番センサ802-4から5番センサ802-5までのインク量を $V_y$ とする。また2回の検出の間の印刷ドット数を $N_y$ とする。このとき、補正消費換算情報は、 $V_y/N_y$ である。この補正值が、記録装置を特定する識別情報とともに消費情報メモリに記録される。以降は、補正值を用いてインク消費量が演算される。

なお、上記の処理によれば、インクカートリッジが複数の記録装置に装着されると、それらの記録装置のそれぞれについて、補正消費換算情報が求められる。

この場合は、各記録装置の識別情報とともに複数の補正消費換算情報が記録される。そして、各補正情報は該当する記録装置のために用いられる。

「本実施例の利点」

以上、本実施例を説明した。次に、本実施例の利点をまとめて述べる。その他の利点は上述した通りである。

本実施例によれば、圧電装置で構成される液体センサを用いることにより、複雑なシール構造を使わずに、インク漏れを生じることなく、実消費状態が検出される。

液体センサにより液面通過が検出され、その前後の消費量が推定される。これらの処理により、インク消費状態が正確かつ詳細に求められる。

本実施例では、特に、消費換算情報が実消費状態に基づいて補正される。補正された消費換算情報を用いることにより、インク消費量の推定精度を向上できる。

さらに、消費情報メモリがインクカートリッジに供えられる。消費情報メモリには、補正消費換算情報が、補正処理の際にインクカートリッジが装着されていたインクジェット記録装置を識別するための補正対象識別情報とともに、記憶される。補正対象識別情報を参照することにより、補正消費換算情報が、その補正を行ったときのインクジェット記録装置でのみ使用される。適切な消費換算情報が使用されるので、インク消費状態を正確に求められる。

また本実施例では、複数の液体センサが設けられた。そして、インクカートリッジが装着されたとき、2つのセンサによる液面通過を待って、消費換算情報が補正された。したがって、その記録装置を対象とする補正消費換算情報が得られてから、その補正消費換算情報が利用される。例えば使用途中のインクカートリッジが取り外され、別の記録装置に取り付けられたときでも、適当な消費換算情報が使用される。

本発明は、各種の態様のかたちで実現可能である。本発明は、インク消費検出装置に限定されず、インクジェット記録装置でもよく、インクジェット記録装置の制御装置でもよく、インクカートリッジでもよく、その他の態様でもよい。インクカートリッジの態様の場合には、好ましくはインクカートリッジは消費情報

メモリを有し、上述した各種の処理に必要な情報、特に消費換算情報を提供する。

#### 「変形例」

本実施例は、本発明の範囲内で変形可能であることはもちろんである。

本実施例では、液体センサは圧電装置で構成された。前述したように、圧電装置を用いて、音響インピーダンスの変化が検出されてもよい。弾性波に対する反射波を利用して消費状態が検出されてもよい。弾性波の発生から反射波の到着までの時間が求められる。圧電装置の機能を利用する何らかの原理で消費状態が検出されればよい。

本実施例では、液体センサが振動を発生するとともに、インク消費状態を示す検出信号を発生した。これに対して、液体センサは自分で振動を発生しないでもよい。すなわち、振動発生と検出信号出力の両方を行わないもよい。別のアクチュエータによって振動が発生される。あるいは、キャリッジの移動などに伴ってインクカートリッジに振動が発生したときに、インク消費状態を示す検出信号を液体センサが生成してもよい。積極的に振動を発生することなく、プリンタ動作によって自然に発生する振動を用いてインク消費が検出される。

記録装置制御部の機能は、記録装置のコンピュータにより実現されなくてもよい。一部または全部の機能が、外部のコンピュータに設けられてもよい。ディスプレイおよびスピーカも、外部のコンピュータに設けられてもよい。

本実施例では、液体容器がインクカートリッジであり、液体利用装置がインクジェット記録装置であった。しかし、液体容器は、インクカートリッジ以外のインク容器、インクタンクでもよい。例えば、ヘッド側のサブタンクでもよい。また、インクカートリッジは、いわゆるオフキャリッジタイプのカートリッジでもよい。さらに、インク以外の液体を収容する容器に本発明が適用されてもよい。

次に、本発明の他の実施例について説明する。

まず、圧電装置を用いて振動に基づいてインク消費を検出する技術の基本を説明する。これにつづいて、検出技術の各種応用を説明する。つづいて、図61を参照して、本実施例のインク消費検出技術、すなわち、推定消費算出処理と実消費検出処理を用いる検出技術を説明する。

本実施例において、圧電装置は、液体センサに設けられる。以下の説明では、

「アクチュエータ」「弾性波発生手段」が液体センサに相当する。

「実消費状態検出と推定消費状態算出との組合せ」

以上、本実施例にかかるインク消費検出機能付きの各種のインクカートリッジについて説明した。これらのインクカートリッジは、圧電装置で構成される液体センサ（アクチュエータ等）を備えていた。液体センサを用いることにより、実際の消費状態、すなわち実消費状態が検出される。そして、図7等に表示されるように、複数のセンサを設けることで、複数の実消費状態が検出される。

本実施例では、さらに、インク消費に基づき消費状態が推定される。インク消費は、印刷または記録ヘッドメンテナンスによるインク消費であり、両方が推定されても、片方が推定されてもよい。本実施例では、主として印刷量に基づく推定処理を説明する。こうして求めた消費状態を推定消費状態という。実消費状態の検出と推定消費状態の算出とを組み合わせることにより、インク消費状態をより正確かつ詳細に求められる。以下、実消費状態と推定消費状態を組み合わせる好適な構成を説明する。

図61は、本実施例のインク消費検出機能を備えたシステムの構成を示している。インクカートリッジ800は、複数の液体センサ802（図61の例では4個）および消費情報メモリ804を有する。各液体センサ802は圧電装置で構成される。具体的には、液体センサ802は、上述した弾性波発生手段またはアクチュエータで構成され、インク消費状態に応じた信号を出力する。消費情報メモリ804は、EEPROM等の書き換え可能なメモリであり、上述の半導体記憶手段（図1、参照番号7）に相当する。

図62は、液体センサ802および消費情報メモリ804の適当な配置を示している。4つの液体センサ802は、インク消費に伴ってインク液面の移動する方向に沿って配列されている。4つの液体センサ802は個別に検出処理に用いられる。これにより、4段階、すなわち4つの高さの液面通過が検出される。

また、図62に示されるように、4つの液体センサ802の間隔は一定ではない。インク液面の移動する方向に沿って配置間隔が狭くなるように液体センサ802が配置されている。カートリッジ上部よりカートリッジ下部にてセンサ間隔が狭く設定されている。これにより、インクが減ってきたときに検出間隔が狭く

なる。ここで、インクが豊富にあるときと比べると、インクが減っているときの方が、消費状態の情報は重要であり、そして消費状態を細かく検出することが望ましい。消費状態はユーザに伝えられ、あるいは記録装置の制御に利用される。本実施例によれば、センサ間隔を異なって設定することにより、このような要求に適切に応えられる。

図63は、本実施例によるインク消費検出の例を示している。図63には、複数段階の実消費状態の検出と、推定消費状態の推定と、を組み合わせる好適な処理が示されている。さらに、図63には、消費換算情報の補正処理も示されている。

図63において、横軸は印刷量（印刷ドット数）であり、縦軸は本システムにより求められる消費量である。インクフルは、カートリッジの使用が開始される時の状態であり、インク消費量はゼロである。

まず、推定消費算出処理部814により、印刷ドット数を積算することにより、推定消費量が求められる。ここでは、消費状態記憶部806から読み出された基準消費換算情報が用いられる。前述のように、推定消費量は、印刷ドット数と、ドット毎のインク量（換算情報）との積である。したがって、ドット数に比例して推定消費量が増える。推定消費量の傾き $a$ が、換算情報に相当する。インク消費が進行すると、インク液面が最も上側の液体センサ802に到達する。

ここで、最も上側の液体センサ802を1番センサとし、以下順番に2番、3番、4番センサとする。各センサより上のカートリッジ容量は予め分かっている。各センサを液面が通過するときの消費量も既知である。この消費量情報が消費情報メモリ804に予め格納されている。したがって1番センサが液面通過を検知すると、その時点の正確な消費量が分かる。

前述したように、基準消費換算情報と実際の換算情報にはずれがある。そのため、換算情報を用いた消費量の推定値にも誤差が生じる。この誤差は、インク消費が進むにしたがって大きくなる。図63に示すように、本実施例では、こうして生じた誤差が、1番センサの液面検出時点で補正される。補正值は消費情報メモリ804の消費状態記憶部806に格納される。

さらに、実消費状態に基づいて換算情報も補正される。「インクフル状態」か



ら「1番センサの液面通過」までのドット数を $N \times 1$ とする。また、同期間のインク消費量を $V \times 1$ とする。この場合、補正換算情報は、 $V \times 1 / N \times 1$ である。補正換算情報は消費情報メモリ804の消費換算情報記憶部808に格納される。

実消費状態が検出された後は、再び、ドット数の積算により消費量が推定される。ただし、補正後の積算値に基づいて、その後の消費量が算出される。また、消費量の算出には、補正後の換算情報が用いられる。すなわち、1番センサを液面が通過した後、推定消費量の傾き $b$ は、上述の $V \times 1 / N \times 1$ である。

2番、3番、4番センサが液面通過を検出したときの処理も同様である。液面通過が検出されると、ドット積算により求められた推定消費量が補正される。また、消費換算情報が補正される。例えば、2番センサが液面通過を検出したとする。1番センサの検出から2番センサの検出までの印刷量（ドット数）は $N \times 2$ である。また1番センサと2番センサの間のカートリッジ容積は $V \times 2$ とする。この場合、補正換算情報は $V \times 2 / N \times 2$ である。補正後の消費量を基準として、補正後の換算情報を用いて消費量が推定される。

4番センサ、すなわち4番センサが液面通過を検出した後は、ドット数の積算により消費状態が推定され、全部のインクが消費されると印刷が停止される。つまり、最終的なインクエンドは推定により求められる。そしてユーザにカートリッジ交換が促される。

以上のように、本実施例によれば、ドット数の積算によって消費量が推定される。センサが液面通過を検出すると、消費量および換算パラメータが補正される。複数のセンサの各々が液面通過を検出するたびに、補正処理が行われる。これにより、推定値と実際の消費量に大きなずれが生じるのを回避できる。

また、上記の処理では、消費換算情報は、センサ区間毎の印刷量に基づいて補正された。すなわち、1つのセンサが液面を検出してから、次のセンサが液面を検出するまでの印刷量が求められる。センサ間のインク量が印刷量でわり算される。こうした処理は、補正に用いるデータを限定しているので、カートリッジ使用中の環境変化などの影響を少なくできる点で有利である。

また、最も下方の液体センサ（4番センサ）が液面通過を検出したとき、それまでの複数回の液面通過検知に伴う複数回の消費換算情報の補正結果に基づいて

最終的な消費換算情報が求められてもよい。例えば、4回の補正演算で得られる補正換算情報の平均が求められる。この最終的な消費換算情報を用いて、最も下方の圧電装置が液面通過を検出した後の推定消費状態が求められる。この形態によれば、複数回の補正結果を用いることで、より正確な換算情報が得られる。そして、インクが残り少なくなったときの消費状態を正確に推定できる。

一方で、補正処理の別の変形例として、インクフルからの累積印刷量が用いられてもよい。例えば、2番センサが液面を検出したとする。インクフルからの2番センサまでのインク量が、それまでの全印刷量でわり算され、補正消費換算情報が求められる。図63の例では、補正消費換算情報は、 $(V \times 1 + V \times 2) / (N \times 1 + N \times 2)$ である。

図64は、消費検出処理部812による検出処理を示している。インクカートリッジ800が装着されると、消費換算情報記憶部808から基準消費換算情報が取得される(S10)。そして、推定消費算出処理部814により推定消費状態が算出される(S12)。また、実消費検出処理部816により液体センサ802を用いて実消費状態が検出される(S14)。この段階では、最も上の液体センサ802のみ、すなわち1番センサのみが用いられる。インク液面が1番センサに到達するまでは、実消費状態として「インク有り状態」が検出される。

S14の後、推定消費量の算出結果および実消費状態の検出結果は、消費状態記憶部806に格納される(S16)。次に、消費情報がユーザに提示される(S18)。S18の処理は、記録装置制御部810の消費情報提示部826(図61)により行われる。この処理については、後に更に説明する。

次に、実消費状態として液面通過が検出されたか否かが判定される(S20)。NOであればS12に戻る。次のルーチンでは、前回の推定消費量に、その後の消費量を加えた結果が推定消費量として得られる。

S20がYESの場合、図63を用いて説明したように、S22では推定消費状態(積算値)が補正され、S24では消費換算情報が補正される。これらの補正值は、それぞれ消費状態記憶部806および消費換算情報記憶部808に格納される(S26)。

S28では、最後のセンサをインク液面が通過したか否か、が判定される。S

28がYESになるのは、最も下側のセンサ（4番センサ）がS20で液面通過を検知したときである。1番～3番センサが液面を検知したときは、S28がNOになる。S28がNOの場合、実消費状態の検出に用いる液体センサが、一つ下側のセンサへと切り換えられ（S30）、S12に戻る。したがって、あるセンサが液面を通過するたびに、推定消費量および消費換算情報が補正され、そして補正值を用いて以降の消費量が推定される。またセンサ切替処理により、必要なセンサだけを用いて実消費状態が検出される。圧電装置の動作およびそのための処理を少なくでき、圧電装置を効率よく使用できる。

一方、S28がYESの場合には、液体センサ802を用いた実消費状態の検出が終了される（S32）。液面が最後のセンサを通過すると、この後は、どのセンサを用いても、インク空状態が継続的に検出される。したがってもはや実消費状態を検出する必要がない。そこで、実消費状態の検出が終了される。上記のセンサ切替処理に加え、こうした処理によっても、圧電装置の動作およびそのための処理を少なくすることができ、したがって圧電装置を効率よく使用することができる。

S34では、S12と同様に推定消費状態が算出される。そして、S36では消費状態がユーザに提示され、S38では消費状態の算出結果が消費状態記憶部806に格納される。S40では推定消費量が全インク量に達したか否か（消費完了か否か）が判定され、NOであればS34に戻る。消費が完了した場合、すなわちインクが無くなった場合には、印刷前の印刷データが保存される（S42）。

図62の例では、液体センサは、インクカートリッジの縦壁に配列されている。

費される方向に沿ってセンサが配列されており、したがって実消費状態が段階的に分かる。さらに、チャンバの大きさを異ならせているので、上述の実施例と同様、インクが少ないときの検出間隔を小さくできるという利点が得られる。

次に、本発明の別の実施例を説明する。

図65は、本実施例のインク消費検出機能を備えたインクジェット記録装置を示している。本実施例では、図61の構成と異なり、消費換算情報記憶部850が記録装置制御部810に設けられている。

この形態では、あるインクカートリッジが装着されているときに、実消費状態に基づいて消費換算情報が補正されたとする。得られた補正消費換算情報は、制御部810内で消費換算情報記憶部850に保持される。別のインクカートリッジが装着されたとき、消費換算情報記憶部850の補正消費換算情報が読みだされ、インク消費量の推定に利用される。

このように、本実施例によれば、消費換算情報を記録装置側でもっているため、インクカートリッジが交換された後も、補正消費換算情報を継続して利用できる。本実施例は、インクジェット記録装置の個体差が実際の消費換算値に大きく影響する場合に、特に有利である。記録装置の個体差とは、典型的には記録ヘッドの個体差である。

またこの形態では、複数のインクカートリッジが使用され、複数回の補正処理が行われると、換算情報がより適正な値に近づく。この値を用いることにより、さらに正確な推定処理が可能となる。

また本実施例の変形例として、消費換算情報記憶部850は、さらに別の構成、例えばインクジェット記録装置に接続された外部のコンピュータに設けられてもよい。

その他に、本実施例では、カートリッジID（シリアル）毎に値（情報）がメモリに格納され、以前と同じカートリッジが付けられたら、記憶してある値が読み出されて使用されてもよい。

また、本実施例の変形例として、消費換算情報の記憶部は、インクカートリッジおよび記録装置の両方に設けられてもよい。それらは両方同時にメモリ書換を行なってもよいし、カートリッジ取り外し時にカートリッジから記録装置にデー

タがダウンロードされるように構成してもよい。

以上、本実施例を説明した。次に、本実施例の利点をまとめて述べる。その他の利点は上述した通りである。

本実施例では、推定消費算出と実消費検出が併用される。推定処理により多少の誤差を伴うものの、消費状態を詳細に求められる。一方、圧電装置を用いることにより、実消費状態を正確に検出でき、かつ、圧電装置を用いているのでインク漏れ等が好適に防止される。特に複数の圧電装置を用いることにより、複数段階の実消費状態が分かる。複数段階の実消費状態と推定消費状態からインク消費状態を正確かつ詳細に求められる。

より具体的には、実消費検出処理にて、複数の圧電装置のそれぞれが液面通過を検知する。一つの圧電装置が液面通過を検知してから、別の圧電装置が液面通過を検知するまでの期間は、インク消費量が推定される。両端の圧電装置の外に液面があるときも、インク消費量が推定される。これによりインク消費量が継続的に求められる。

本実施例では、液面通過が検出されるとき、推定消費量が補正される。また、消費量を推定するために用いる消費換算情報も補正される。複数の圧電装置が配列されているので、インクが消費される過程で複数段階で補正が行われる。これにより、実際の消費量からの推定消費量のずれを制限でき、継続的に、正確かつ詳細にインク消費状態が求められる。

本実施例では、全部の圧電装置が同時にではなく、順番に用いられる。一つの圧電装置がインク空状態を検出すると、その圧電装置の使用が停止され、下側の圧電装置が使用される。最後の圧電装置がインク空状態を検出すると、圧電装置を用いた実消費検出が終了される。こうした処理により、圧電装置の動作およびそのための処理を少なくでき、圧電装置を効率よく使用できる。

本実施例では、推定消費状態を用いてディスプレイ等に消費量の情報が表示される。例えば求めた消費状態に基づいて、残りのインクでの可能印刷量が提示される。また求めた消費状態に基づいて、残りのインク量が提示される。このとき、インク量に応じて異なる色および形状の図形が用いられる。このようにして、インク消費状態をユーザに分かりやすく伝えられる。

本実施例では、求めた消費状態が消費情報メモリに格納される。消費情報メモリはインクカートリッジに装着されている。したがって、インクカートリッジが取り外され、それから再度装着されたときに、消費状態が容易に分かる。

また、消費換算情報も消費情報メモリに格納されている。これらの情報も、インクカートリッジが装着されたときに、メモリから読み出され、好適に利用される。

一方で、補正消費換算情報が記録装置側で保持されてもよい。この場合、カートリッジが交換された後も補正換算情報を継続して利用できる。補正が繰り返されると、換算情報が適正な値に近づき、推定処理がより正確に行われる。

また本実施例では、推定処理によってインクが無くなったと判断されると、印刷データが記憶部へ格納される。これにより印刷データが失われずにすむ。

また別の例では、実消費状態が検出されたとき、残り可能印刷量が計算される。残り可能印刷量を印刷したとき、印刷前の印刷データを印刷データ記憶部へ格納される。この形態によっても印刷データが失われずにすむ。

本発明は、各種の態様のかたちで実現可能である。本発明は、インク消費検出方法でもよく、インク消費検出装置でもよく、インクジェット記録装置でもよく、インクジェット記録装置の制御装置でもよく、インクカートリッジでもよく、その他の態様でもよい。インクカートリッジの態様の場合には、好ましくはインクカートリッジは消費情報メモリを有し、上述した各種の処理に必要な情報を提供する。

#### 「変形例」

本実施例は、本発明の範囲内で変形可能であることはもちろんである。例えば、液体センサの数は４個に限定されない。

また本実施例では、印刷量に基づいてインク消費量が算出された。ところで、前述したように、インクジェット記録装置では、ヘッドメンテナンス処理でもインクが消費される。そこで、好ましくは、メンテナンスも考慮してインク消費量が推定される。例えば、メンテナンスで消費される標準的なインク量（メンテナンス消費量）を消費情報メモリ 804 に格納しておく。メンテナンス回数とメンテナンス消費量の積が、推定消費量に加算される。消費換算情報の補正処理にお

いても、メンテナンスによる消費分を考慮して、補正值が求められる。

本実施例では、液体センサは圧電装置で構成された。前述したように、圧電装置を用いて、音響インピーダンスの変化が検出されてもよい。弾性波に対する反射波を利用して消費状態が検出されてもよい。弾性波の発生から反射波の到着までの時間が求められる。圧電装置の機能を利用する何らかの原理で消費状態が検出されればよい。

本実施例では、液体センサが振動を発生するとともに、インク消費状態を示す検出信号を発生した。これに対して、液体センサは自分で振動を発生しないでもよい。すなわち、振動発生と検出信号出力の両方を行わないもよい。別のアクチュエータによって振動が発生される。あるいは、キャリッジの移動などに伴ってインクカートリッジに振動が発生したときに、インク消費状態を示す検出信号を液体センサが生成してもよい。積極的に振動を発生することなく、プリンタ動作によって自然に発生する振動を用いてインク消費が検出される。

記録装置制御部の機能は、記録装置のコンピュータにより実現されなくてもよい。一部または全部の機能が、外部のコンピュータに設けられてもよい。ディスプレイおよびスピーカも、外部のコンピュータに設けられてもよい。

本実施例では、液体容器がインクカートリッジであり、液体利用装置がインクジェット記録装置であった。しかし、液体容器は、インクカートリッジ以外のインク容器、インクタンクでもよい。例えば、ヘッド側のサブタンクでもよい。また、インクカートリッジは、いわゆるオフキャリッジタイプのカートリッジでもよい。さらに、インク以外の液体を収容する容器に本発明が適用されてもよい。

次に、本発明の他の実施例について説明する。

まず、本実施例の原理を説明する。本実施例では、インク容器内のインク消費状態の1つとしてインクの消費量を検出する技術に本発明が適用される。

インクの消費量は、2種類の処理の協働によって求められる。一方の処理は推定消費算出処理であり、他方の処理は実消費検出処理である。

推定消費算出処理では、インクタンクのインク消費に基づいてインク消費量を算出することにより、推定消費量が求められる。インク消費は、印刷によるインク消費と、記録ヘッドメンテナンスによるインク消費とを含む。これらのどちら

かに本発明が適用されてもよく、両方に本発明が適用されてもよい。インク量については、記録ヘッドから射出されるインク滴数、あるいはインク滴と各滴のインク量の積算値などによりインク消費量が求められる。メンテナンスについては、メンテナンス処理回数、処理量、処理量をインク滴数に変換した量などによりインク消費が求められる。

実消費検出処理では、圧電装置を用いてインク消費量に応じた振動状態を検出することにより、実消費量が検出される。好ましくは、圧電装置を用いて、インク消費に伴う音響インピーダンスの変化が検出される。

推定処理によれば、多少の誤差を伴うものの、消費量を詳細に求められる。一方、圧電装置を用いることにより、複雑なセンサシール構造を設けなくとも、消費量の正確な検出ができる。したがって、両処理の併用により、正確かつ詳細にインク消費量を求められる。

後述する本実施例では、実消費検出処理は、実消費量として、圧電装置をインク液面が通過するのを検出する。圧電装置をインク液面が通過すると、圧電装置の出力が大きく変化する。したがって、液面通過は確実に検出される。この液面通過の前後のインク消費量が、推定消費算出処理により詳細に求められる。

さらに、圧電装置を液面が通過したときに、それまでの推定算出処理の誤差が修正される。また、推定算出処理の基準として用いられる基準消費換算情報が修正される。こうした処理により、インク消費量を正確かつ詳細に求められる。

尚、本実施例において、実消費検出処理は実消費量としてインクの実消費量を検出し、推定消費算出処理は推定消費量としてインクの推定消費量を求める。

以下では、図面を参照して本実施例をより具体的に説明する。

本実施例において、圧電装置の実施例としてアクチュエータを設け、アクチュエータとして用いる。

本発明の基本的概念は、振動現象を利用することで、液体容器内の液体の状態（液体容器内の液体の有無、液体の量、液体の水位、液体の種類、液体の組成を含む）を検出することである。具体的な振動現象を利用した液体容器内の液体の状態の検出としてはいくつかの方法が考えられる。例えば弾性波発生手段が液体容器の内部に対して弾性波を発生し、液面あるいは対向する壁によって反射する



反射波を受波することで、液体容器内の媒体およびその状態の変化を検出する方法がある。また、これとは別に、振動する物体の振動特性から音響インピーダンスの変化を検知する方法もある。音響インピーダンスの変化を利用する方法としては、圧電素子を有する圧電装置またはアクチュエータの振動部を振動させ、その後振動部に残留する残留振動によって生ずる逆起電力を測定することによって、共振周波数または逆起電力波形の振幅を検出することで音響インピーダンスの変化を検知する方法や、測定機、例えば伝送回路等のインピーダンスアナライザによって液体のインピーダンス特性またはアドミタンス特性を測定し、電流値や電圧値の変化または、振動を液体に与えたときの電流値や電圧値の周波数による変化を測定する方法がある。本実施例はアクチュエータの振動部を振動させ、共振周波数等を検出することで音響インピーダンスの変化を検知する方法に基づく。

図66は、本発明に従った実施例として適用されるインクジェット記録装置の実施例の概略斜視図である。タイミングベルト1202を介して駆動モータ1204に接続されたキャリッジ1206は、上側にブラックインクを収容したブラックインクカートリッジを格納する収容室1236と、カラーインクを収容したカラーインクカートリッジを格納する収容室1237とを有する。キャリッジ1206は、その下側にインクの供給を受ける記録ヘッド1250をさらに有する。ブラックインクカートリッジおよびカラーインクカートリッジはインク供給針1232、1234を介して記録ヘッド1250へインクを供給する。タイミングベルト1202および駆動モータ1204は記録装置制御部1210によって制御される。インクの供給を受けた記録ヘッド1250は、タイミングベルト1202および駆動モータ1204によって走査することによって、記録媒体1200にインクを吐出して記録を行う。

図67は、本発明に従った実施例として適用される単色、例えばブラックインク用のインクカートリッジの断面図である。本発明に従ったインクタンクの一実施例としてのインクカートリッジは、インクを収容する容器2001と、容器2001の外部へ供給するインク供給口2002と、音響インピーダンスの変化を検知しインクの消費量を検知するアクチュエータ106とを備える。インク供給

口2002はインクの液面に対して下方にある底面1aに配備される。アクチュエータ106は、底面1aの近傍であって、かつ容器2001の側壁のうちインク供給口2002に比較的近い側壁2010に配備される。また、容器2001の上壁の上には、インクカートリッジ内のインクに関する情報を格納した記憶手段7が装着されている。

インク供給口2002の内壁には、パッキン2030が配備される。インクカートリッジが使用されていないときには、パッキン2030は、インクが容器2001から外部に漏れないように封止する。一方、インクジェット記録装置に配備されるインク供給針1232（図66参照）がパッキン2030を突き破ってインク供給口2002に挿入されると、インクはインクカートリッジからインク供給針1232を介して記録ヘッド1250へ供給される。好ましくは、パッキン2030は、例えばゴムのような弾性体で形成する。それによって、インク供給針とパッキン2030との間を液密に保持することができる。

図68は、複数種類のインクを収容するインクカートリッジの一実施例を示す裏側から見た斜視図である。容器8は、隔壁により3つのインク室9、10及び11に分割される。それぞれのインク室には、インク供給口12、13及び14が形成されている。それぞれのインク室9、10及び11の側壁8aには、アクチュエータ15、16および17が、容器8を介して各インク室内に収容されているインクと接触できるように取付けられている。

以上、本実施例にかかるインクジェット記録装置、インクカートリッジおよびアクチュエータについて説明した。このインクカートリッジは、アクチュエータを用いることにより、実際の消費量、すなわち実消費量が検出される。本実施例では、さらに記録ヘッドからのインク滴の吐出の計測によって消費量が推定される。この推定によって求めた消費量を推定消費量という。実消費量の検出と推定消費量の算出とを組み合わせることにより、インク消費量をより正確かつ詳細に求められる。以下、実消費量と推定消費量を組み合わせる好適な構成を説明する。

図69は、本実施例のインク消費検出機能を備えたシステムの構成を示している。インクカートリッジ800は、例えば図66のインクカートリッジに相当する。インクカートリッジ800は、アクチュエータ106および消費情報メモリ

804を有する。アクチュエータ106は圧電装置で構成される。具体的には、アクチュエータ106は、上述したアクチュエータで構成され、インク消費量に応じた信号を出力する。消費情報メモリ804は、EEPROM等の書き換え可能なメモリであり、上述の半導体記憶手段（図67または図7、参照番号7）に相当する。

記録装置制御部810は、インクジェット記録装置を制御するコンピュータで構成される。記録装置制御部810は図66の実施例における記録装置制御部1210のようにインクジェット記録装置に配備される。基準消費換算情報は消費情報メモリ804に格納される。記録装置制御部810は消費検出処理部812および補正部813を有する。

消費検出処理部812、補正部813、アクチュエータ106および消費情報メモリ804によりインク消費検出装置が構成される。消費検出処理部812は、アクチュエータ106および消費情報メモリ804を用いて消費量を求める。そして求めた消費量は消費情報メモリ804に格納される。

記録装置制御部810は、さらに、印刷動作制御部818、印刷データ記憶部824および消費情報提示部826を含む。これらの構成については後述する。

記録装置制御部810の消費検出処理部812は、推定消費算出処理部814および実消費検出処理部816を含む。

実消費検出処理部816は、アクチュエータ106を制御して実消費量を検出し、実消費量を消費情報メモリ804に書き込む。実消費量は前述した原理に従って検出される。例えば、音響インピーダンスに基づき実消費量を検出するために、実消費検出処理部816は、アクチュエータ106の圧電素子を駆動する。圧電素子は、振動を発生した後の残留振動状態を示す信号を出力する。残留振動状態がインク消費量に応じて変化することに基づいて実消費量が検出される。

本実施例では、特に、インク液面がアクチュエータ106を通過したか否かが、実消費量として検出される。液面通過の前後で、センサの出力信号が大きく変わる。したがって液面通過は確実に求められる。以下、液面の通過前の状態を「インク有り状態」、液面の通過後の状態を「インク空状態」という。

一方、推定消費算出処理部814は、インクカートリッジ800のインク消費

に基づいて推定消費量を求める。インクは、印字状態において印刷により消費され、また非印字状態においても記録ヘッドのメンテナンス動作によって消費される。そこで、好ましくは、印刷によるインク滴数とメンテナンス回数とからインク消費量が求められる。また、印刷およびメンテナンス動作のいずれにおいても、記録ヘッドが印刷を行う周辺的环境によって、消費されるインクの量が異なる。例えば、記録ヘッド周辺の温度やインクの温度が比較的に高い場合には、消費されるインクの量は多く、一方で記録ヘッド周辺の温度やインクの温度が比較的に低い場合には、消費されるインクの量は少ない。さらに、印刷を行う周辺の湿度の違いが消費されるインクの量を変化させる場合が考えられる。ただし、本発明の範囲内で、どちらか一方からインク消費量が求められてもよい。ここでは、印刷量からインク消費量を求める処理を中心に説明する。しかし、以下に記述する記録ヘッドから射出されるインク滴に対応するインクの容量（滴毎インク容量）は、メンテナンスにおける記録ヘッドからのインクの消費量に応用できる。この場合、以下の滴毎インク容量をメンテナンス処理の１回とみなして処理すればよい。従って、インク消費回数とは記録ヘッドから射出されるインク滴の数またはメンテナンス処理の回数である。

推定消費算出処理部 814 は、インクカートリッジ 800 のインクを使って印刷するときの印刷量に基づいてインク消費量を算出することにより、推定消費量を求める。印刷量は、印刷動作制御部 818 の印刷量算出部 822 により求められ、推定消費算出処理部 814 に与えられる。印刷動作制御部 818 は、印刷データを受け取り、記録ヘッド等を用いて印刷を制御する。したがって印刷動作制御部 818 は印刷量を把握できる。印刷量が分かれば、その印刷量に対応するインク消費量を推定できる。こうして求められた推定消費量も、実消費量と同様、インクカートリッジ 800 の消費情報メモリ 804 に記憶される。

消費量の推定には、図 70 に示すような基準消費換算情報が用いられる。基準消費換算情報は、印刷量と推定消費量の関係を示す情報である。本実施例では、基準消費換算情報の要素として、滴毎インク容量が用いられる。この場合、印刷ドット数が印刷量に対応する。滴毎インク容量をドット数分だけ積算することにより消費量が推定される。

なお、上記より明らかなように、ドット数とインク消費量は比例している。そこで、ドット数そのままインク消費量を表すパラメータとして処理されてもよい。

さらに、消費量の推定は、インク滴のサイズに基づいて行うことが好適である。記録装置が印刷データに応じて複数のサイズのインク滴を射出することが知られている。インク滴のサイズに応じて滴毎インク量は異なる。そこで、サイズに応じて異なる換算値を用いることで、より正確な推定ができる。

例えば、大きさ  $a$ 、 $b$ 、 $c$  の 3 種類のインク滴が射出されたとする。各インク滴のインク量は、 $V_a$ 、 $V_b$ 、 $V_c$  であるとする。また各インク滴の累積射出回数は、 $N_a$ 、 $N_b$ 、 $N_c$  であったとする。この場合、インク消費量は、 $V_a \cdot N_a + V_b \cdot N_b + V_c \cdot N_c$  である。

このような消費推定処理は、ソフトウェア手段を用いてドット数を積算しているので、ソフトカウント処理ということもできる。

推定消費量を求めるための換算情報は、インクカートリッジ 800 の消費情報メモリ 804 に記憶されている。消費情報メモリ 804 には、基準消費換算情報を記憶する消費換算情報記憶部 808 が設けられている。

記録装置制御部 810 はさらに補正部 813 を有する。補正部 813 は補正判定部 815 を有する。補正部 813 は、消費検出処理部 812 からインクカートリッジ内のインクの推定消費量および実消費量を受ける。

補正部 813 における補正判定部 815 は基準消費換算情報を補正対象とするか否かを判定する。

詳細には、補正部 813 における補正判定部 815 は基準消費換算情報に含まれる単位情報のうちいずれの単位情報 (図 70 参照) を補正対象にするかを判定する。補正判定部 815 は、特定の単位情報を補正対象と判定してもよく、基準消費換算情報の全体を補正対象と判定しても良い。さらに後述する判定に従って補正対象とするかの判定をする。

補正部 813 は、補正判定部 815 による判定の結果に基づいて、補正対象である単位情報を補正する。補正判定部 815 が補正対象を判定しない場合には、補正部 813 は単位情報を補正しない。

補正された単位情報を含む基準消費換算情報は、全体として補正された基準消費換算情報として消費換算情報記憶部 808 に記憶される。基準消費換算情報が補正された後、推定消費算出処理部 814 は補正後の基準消費換算情報に基づいて推定消費量を検出する。

尚、他の形態として、消費情報メモリ 804 は、インクジェット記録装置、例えば、図 66 の実施例における記録装置制御部 1210 に配備してもよい。また、消費情報メモリ 804 の一部または全部の機能は、記録装置に接続された他のコンピュータ等の外部装置に配備してもよい。また、記録装置制御部 810 の一部または全部の機能は、記録装置に接続された他のコンピュータ等の外部装置に配備してもよい。また、基準消費換算情報は記録装置制御部 810 に格納してもよく、さらに別の構成、例えばインクジェット記録装置に接続された外部のコンピュータに格納されてもよい。さらに、互いに異なる複数の基準消費換算情報が消費情報メモリ 804 または記録装置制御部 810 に格納されていても良い。それによって、推定消費算出処理部 814 は複数の基準消費換算情報のうち任意の基準消費換算情報を用いて推定消費量を求めることができる。また、補正部 813 に代替して変更判定部（図示せず）を設け、変更判定部が適切な基準消費換算情報を判定してもよい。変更判定部の判定結果に基づいて推定消費算出処理部 814 は複数の基準消費換算情報のうち適切な基準消費換算情報を用いて推定消費量を求めることができる。

本実施例では、カートリッジ ID（シリアル）毎に値（情報）がメモリに格納され、以前と同じカートリッジが付けられたら、記憶してある値が読み出されて使用されてもよい。

また、本実施例の変形例として、基準消費換算情報の記憶部は、インクカートリッジおよび記録装置の両方に設けられてもよい。それらは両方同時にメモリ書換を行なってもよいし、カートリッジ取り外し時にカートリッジから記録装置にデータがダウンロードされるように構成してもよい。

図 70 は、消費換算情報記憶部 808 に格納されている基準消費換算情報の実施例を表示した図である。本実施例では、基準消費換算情報の要素は、印字状態では滴毎インク容量、フラッシングでは一回のフラッシングに要するインク量を

pl(picoliter) で表し、クリーニングでは一回のクリーニングに要するインク量をml(milliliter) で表している。

基準消費換算情報は印字状態と非印字状態との情報に分類される。さらに印字状態は互いにインク滴の容量の異なるドット 1 とドット 2 との情報に分類される。非印字状態はメンテナンスとして互いにインクを消費する容量の異なるフラッシングとクリーニングとの情報に分けられる。フラッシングは、記録ヘッドの全ノズル開口からインク滴を吐出させることによって、ノズル開口の異物を除去しメニスカスを回復させるメンテナンスをいう。クリーニングは、記録ヘッドの外部から吸引ポンプ等によって負圧を与え、記録ヘッドのノズル開口からインクを吸引し、ノズル開口の異物を除去しメニスカスを回復させるメンテナンスをいう。さらに、フラッシングは互いにインク滴の容量の異なるフラッシング 1 とフラッシング 2 との情報に分類される。クリーニングは互いにインク消費量の異なるクリーニング 1 とクリーニング 2 との情報に分類される。

尚、基準消費換算情報の要素を滴毎インク容量とする。従って、制御上は、フラッシングおよびクリーニングは印刷動作制御部 8 1 8 で処理され、フラッシングおよびクリーニングの 1 回の処理動作を印刷動作における滴毎インク容量として処理する。

さらに、本実施例における基準消費換算情報は、印字状態と非印字状態、ドット 1 とドット 2、クリーニング 1 とクリーニング 2、およびフラッシング 1 とフラッシング 2 の分類ごとに記録ヘッドの周辺の温度が異なる場合のインク消費の容量を表示する。

基準消費換算情報を分類する単位情報は、印字状態全体における滴毎インク容量の情報と非印字状態全体におけるインク容量の情報のように 2 つに分類してもよい。また、単位情報は、ドット 1、ドット 2、クリーニング 1、クリーニング 2、フラッシング 1、またはフラッシング 2 におけるインク容量の情報のように 6 つに分類してもよい。

さらに、単位情報は、記録ヘッド周辺温度が異なる場合のインク容量の情報のように 3 つに分類してもよい。

さらに、基準消費換算情報に表示される全ての互いに異なる滴毎インク容量の

情報のように 18 に分類してもよい。

尚、2つの基準消費換算情報の要素の間の関係がほぼ線形である場合には、2つの基準消費換算情報の要素の間の情報を得るためには線形計算をすればよい。例えば、図70において、ドット1の記録ヘッド周辺温度が10度から25度の間場合の滴毎インク容量の情報を得るためには、それぞれの温度における滴毎インク容量を用いて線形計算をする。より詳細には、ドット1における記録ヘッド周辺温度が20度のときの滴毎インク容量は、 $30(p1) + (20(^{\circ}\text{C}) - 10(^{\circ}\text{C})) * ((31(p1) - 30(p1)) / (25(^{\circ}\text{C}) - 10(^{\circ}\text{C}))) = 30.66(p1)$ と線形計算できる。

図69における補正判定部815は図70に示す基準消費換算情報または単位情報を補正対象とするか否かを判定する。

例えば、補正判定部815は、インクの推定消費量と実消費量との差に従って補正をするか否かを判定する。推定消費量と実消費量とがほぼ等しい場合にまで補正をする必要は無いからである。また、補正判定部815は、消費されたインクのうち単位情報ごとの消費量または消費率に従って、いずれの単位情報を補正対象とするかを判定する。インクの全体の消費量のうちに占める消費率の低い単位情報を補正すると、単位情報が実際の滴毎インク量から乖離した値へ補正されてしまう場合があるからである。補正判定部815はさらに後述する判定をして補正対象とするかを判定する。

図71および図72は、本実施例によるインク消費検出の例を示している。インクフルは、カートリッジの使用が開始されるときの状態であり、インク消費量はゼロである。まず、推定消費算出処理部814により、消費状態記憶部806から読み出された基準消費換算情報を用いて、印刷ドット数を積算することにより、推定消費量が求められる。

推定消費量は、印刷ドット数と、基準消費換算情報の滴毎インク容量との積である。したがって、ドット数に比例して推定消費量が増える。推定消費量の傾き  $a$  が、基準消費換算情報の滴毎インク容量に相当する。

インク消費が進行すると、インク液面がアクチュエータ106に到達する。このとき、アクチュエータ106は、実消費量として液面通過を検出する。液面通過時の実際のインク消費量は、アクチュエータ106より上のカートリッジ容量



であり、予め分かっている。この情報は消費情報メモリ 804 に記憶しておく。アクチュエータ 106 は、好ましくは、インク残量が少なくなったときの液面の位置に設けられている。これにより、アクチュエータ 106 は、インクニアエンド状態において液面通過を実消費量として検出する。

図 7 1 および図 7 2 に示されるように、実消費量が検出されるとき、実際の消費量と推定消費量（滴毎インク量の積算値）の間には誤差が生じている。即ち、推定消費量の傾き  $a$  が、実際の滴毎インク量  $b$  と異なる。これは、推定処理に用いる換算値が実際の値と異なるからである。

一般に基準消費換算情報は実際の値に対してある程度の誤差を含んでいる。この誤差の主な原因は、ヘッドの吐出量ばらつき、インクカートリッジおよびインクジェット記録装置の個体差、使用条件、およびそれらの組合せにある。例えば、ロット間のインク粘度のばらつきによって、滴毎インク容量が異なる。また、単位情報ごとに実際の滴毎インク容量との誤差が異なる場合もある。

図 7 1 は、全てのインクがドット 1 またはドット 2 のいずれか一方のモードによってインク滴が吐出されている場合を示す。単位情報は少なくともドット 1 およびドット 2 の 2 つに分類されている。本実施例の場合、すべての単位情報を補正することは、使用していないモードの単位情報までをも補正をすることになるので好ましくない。よって、補正判定部 815 はインク滴が吐出された単位情報を補正対象とする。

即ち、例えば、インク滴が吐出された単位情報がドット 1 のみと仮定する。補正判定部 815 はドット 1 の単位情報のみを補正対象とする。補正を判定する基準がドット 1 の推定消費量および実消費量のみであるので、補正部 813 はドット 1 の単位情報のみを補正し、ドット 2 の単位情報を補正しない。

インクフル状態から液面通過までのドット 1 によるドット数を  $N_x$  とする。またインクフルからインクニアエンドまでの消費量を  $V_x$  とする。この場合、実際の滴毎インク容量は  $V_x / N_x$  である。従って、補正部 813 はドット 1 の単位情報を  $V_x / N_x$  に補正する。単位情報が補正された履歴は消費情報メモリ 804 の消費換算情報記憶部 808 に格納されることが好ましい。

また、補正部 813 において、推定消費量  $V_1 = N_x \cdot 30 (pl)$  と実消費量  $V$

xとの比率 $V_x/V_1$ を補正係数として単位情報に乗じることによってドット1の単位情報を補正してもよい。補正係数 $V_x/V_1$ は消費情報メモリ804の消費換算情報記憶部808に格納されることが好ましい。

さらに、積算値である推定消費量も実際の値に補正される。補正值は消費情報メモリ804の消費状態記憶部806に格納される。

実消費量が検出された後は、再び、ドット数の積算により消費量が推定される。ただし、補正後の積算値に基づいて、その後の消費量が算出される。また、消費量の算出には、補正後の基準消費換算情報が用いられる。すなわち、図71中の補正後の推定消費量の傾きbは、上述の $V_x/N_x$ である。

このようにして補正されたデータが用いられ、これにより、インクニアエンドから消費完了までは、インク消費量を正確に求めることができる。

特に、インク消費量を正確に検出することは、インクが多いときよりも、インクが少ないときに重要である。本実施例によれば、インクニアエンド状態で推定消費量および換算情報を補正しているので、こうした要求に適切に応えられる。これにより、インク不足による印刷不良を防止することができる。また、適切なカートリッジ交換タイミングをユーザに知らせることができる。

一方で、図72は、ドット1およびドット2の両方の単位情報に基づいてインクが消費された場合である。この場合、単位情報がどの程度実際の滴毎インク容量と異なるかが不明である。例えば、図72では、実消費量 $V_x$ のインクはドット1およびドット2の両方の単位情報に基づいてインクが消費される。しかし、実消費量 $V_x$ はドット1またはドット2のいずれによって消費されたか不明である。従って、実消費量 $V_x$ と推定消費量 $V_1 + V_2$ との差は、ドット1またはドット2のいずれの単位情報の誤差によるものかが不明である。

そこで、補正判定部815における判定の基準は、第1に推定消費量が大きい単位情報、第2に推定消費量の誤差の予想値が大きい単位情報を補正対象とする判定をする。

図73Aおよび図73Bは、図72の実施例のようにドット1およびドット2の両方の単位情報に基づいてインクが消費された場合に、補正判定部815が補正対象とするか否かの判定について表示した図および判定の処理のフローである。

補正判定部 8 1 5 の判定をケース 1 およびケース 2 に分けて記載する。

実際の滴毎インク容量に対する推定の滴毎インク容量の誤差の予想は、インクジェット記録装置やインクカートリッジの設計、製造、使用によって経験的に予想できる誤差を得点によって表したものである。

例えば、ケース 1 およびケース 2 は、記録ヘッドの設計や製造による誤差により、インク滴が比較的大きなドット 1 よりも比較的小さいドット 2 の誤差の方が大きいと予想できるケースである。実際の滴毎インク容量に対する推定の滴毎インク容量の誤差は、ユーザーの使用環境などによってドット 1 よりもドット 2 の方が小さいと予想できるケースもある。実際の滴毎インク容量に対する推定の滴毎インク容量の誤差の予想に対して誤差の予想得点（以下、誤差の予想得点という）を用いる。

ケース 1 は、インクの推定消費量がドット 1 よりもドット 2 の方が多いケースである。ケース 2 は、インクの推定消費量がドット 1 よりもドット 2 の方が少ないケースである。

図 7 3 B のフローに従って、ドット 1 およびドット 2 を補正対象とするか否かの判定の処理を説明する。まず、補正判定部 8 1 5 が誤差の予想得点を判定する。本実施例では誤差の予想得点が 5 以上か否かを判定する。次に、推定消費量が所定の値以上であるかを判定する。本実施例では誤差の予想得点が 5 以上のときに推定消費量が 4 0 0 以上か否かを判定し、誤差の予想得点が 5 以下のときに推定消費量が 7 5 0 以上か否かを判定する。即ち、実際の滴毎インク容量に対する推定の滴毎インク容量の誤差が大きいと予想され、誤差の予想得点が所定の値以上の場合には、推定消費量が比較的少ない場合であっても該当する単位情報を補正対象とする。一方、実際の滴毎インク容量に対する推定の滴毎インク容量の誤差が小さいと予想され、誤差の予想得点が所定の値以下の場合には、推定消費量が比較的多い場合以外は該当する単位情報を補正対象としない。

より詳細には、ケース 1 では、ドット 1 の誤差の予想得点は 3 である。従って、ドット 1 の推定消費量が 7 5 0 以上か否かが判定される。ドット 1 の推定消費量は 2 0 0 であり、7 5 0 以下であるため、ドット 1 に該当する単位情報は補正対象でないと判定される。一方、ドット 2 の誤差の予想得点は 8 である。従って、

ドット 1 の推定消費量が 400 以上か否かが判定される。ドット 2 の推定消費量は 800 であり、750 以上であるため、ドット 2 に該当する単位情報は補正対象と判定される。一方で、ケース 2 では、推定消費量がドット 1 が 700 であり、ドット 2 が 300 である。従って、両者ともに補正対象でないと判定される。

本実施例においては、誤差の予想得点のしきい値を 5 とし、比較の基準となる推定消費量の所定の値を 400 または 750 と設定しているが、これらの数値は予め任意の数値に設定できる。また、誤差の予想得点のしきい値を複数設けてもよい。それぞれの誤差の予想得点のしきい値以上またはしきい値以下の場合に対応する推定消費量の値を設定する。この推定消費量の値以上の場合に該当する単位情報を補正対象と判定することもできる。さらに、誤差の予想と推定消費量とを乗算することによって得られた値を、所定の数値と比較し、補正対象となる単位情報を判定してもよい。

誤差の予想得点、比較の基準となる推定消費量の所定の値などの判定の基準となる所定の値は、図 69 の消費情報メモリ 804、インクジェット記録装置に配備されるメモリまたはインクジェット記録装置と接続する外部のコンピュータに格納される。

次に、ドット 1 およびドット 2 の両方のモードによってインクが消費された場合の補正值について図 72 をもとに説明する。ドット 1 およびドット 2 による実消費量は  $V_x$  である。それに対して推定消費量は  $V_1 + V_2$  である。そこで、補正係数を  $V_x / (V_1 + V_2)$  として、この補正係数を補正判定部 815 によって補正対象とされた単位情報に乗じることによって基準消費換算情報が補正される。

基準消費換算情報が補正されると、補正後の基準消費換算情報が使用され、推定算出処理が実行される。これにより、さらに正確な検出が可能となる。

実消費量が検出されたときに、積算値である推定消費量も実消費量に補正される。補正值は消費情報メモリ 804 の消費状態記憶部 806 に格納される。

図 73A、図 73B の実施例に依らず、図 73B のフローにおける誤差の予想得点の判定を行わずに推定消費量の判定を行ってもよい。即ち、補正部 813 は推定消費量が所定の値以上であることを補正判定部 815 における補正の判定条

件として、この判定条件を満たす単位情報を補正対象としても良い。また、補正部 8 1 3 は記録ヘッドから吐出されたドット数が所定の値以上であることを推定消費量の判定に代えて補正の判定条件として、この判定条件を満たす単位情報を補正対象にしても良い。さらに、推定消費量が全体の推定消費量に占める割合の大きい単位情報や、全体の推定消費量に占める割合が所定の割合以上であることを補正の判定条件として、この判定条件を満たす単位情報を補正対象にしても良い。また、実際の滴毎インク容量に対する推定の滴毎インク容量の誤差の大小に対して、補正判定部 8 1 5 が判定することなく、予め補正対象とする単位情報を設定しておいてもよい。

図 7 4 A および図 7 4 B は、消費検出処理部 8 1 2 による検出処理および補正部 8 1 3 の補正処理を示している。インクカートリッジ 8 0 0 が装着されると、消費換算情報記憶部 8 0 8 から基準消費換算情報が取得される (S 1 0)。そして、推定消費算出処理部 8 1 4 により推定消費量が算出される (S 1 2)。また、実消費検出処理部 8 1 6 によりアクチュエータ 1 0 6 を用いて実消費量が検出される (S 1 4)。インク液面がアクチュエータ 1 0 6 に到達するまでは、実消費状態として「インク有り状態」が検出される。

● 実消費量は、適当な間隔をおいて検出されてもよい。また、推定消費量が少ないときは検出頻度を少なくし、推定消費量が所定の切替値に達すると検出頻度を大きくしてもよい。あるいは、推定消費量が所定の切替値に達するまでは、実消費量は検出されなくてもよい。

所定の切替値は、インク液面がアクチュエータ 1 0 6 に到達する前の適当な値に設定される。好ましくは、所定の切替値は、インク液面がアクチュエータ 1 0 6 に近づいたときの消費量に設定される。切替時の消費量と液面通過時の消費量との誤差が、液面通過時の推定消費量の最大誤差よりも大きくなるように、切替値が設定される。

こうした処理により、液面通過が検出される可能性が低いときの実消費検出が抑制される。したがって、圧電装置の動作およびそのための処理を少なくすることができる。圧電装置を効率よく使用することができる。

図 7 4 A に戻り、S 1 4 の後、推定消費量の算出結果および実消費量の検出結

果は、消費状態記憶部 806 に格納される (S16)。次に、消費情報がユーザに提示される (S18)。S18 の処理は、記録装置制御部 810 の消費情報提示部 826 (図 69) により行われる。この処理については、後に更に説明する。

次に、実消費量として液面通過が検出されたか否かが判定される (S20)。NO であれば S12 に戻る。次のルーチンでは、前回の推定消費量に、その後の消費量を加えた結果が推定消費量として得られる。

液面がセンサを通過すると、実消費状態がインク有り状態からインク空状態に切り替わる。図 74A のフローにおいては、S20 の YES の場合へ進む。

この後はインク空状態が継続的に検出される。図 67 のインクカートリッジのようにアクチュエータ 106 が容器に 1 個だけ配備されている場合には、もはや実消費量を検出できない。そこで、実消費量の検出が終了される。こうした処理により、圧電装置の動作およびそのための処理を少なくすることができ、したがって圧電装置を効率よく使用することができる。

次に、S21 において、補正部 813 における補正判定部 815 が補正をするか否かを判定する。

実消費量と推定消費量との差がほぼゼロであるか、もしくは所定の値より小さい場合には、補正判定部 815 は基準消費換算情報を補正しないことを判定する。それにより、補正部 813 は基準消費換算情報を補正することなく、処理は S30 の推定消費量の算出へと続行される。

尚、実消費量と推定消費量との誤差がほぼゼロである場合には、補正部 813 は S24 の推定消費量 (積算値) の補正を行う必要もない。また、実消費量と推定消費量との差が所定の値より小さい場合には、補正部 813 は、基準消費換算情報の補正をおこなうことなく、S24 の推定消費量 (積算値) の補正を行うように設定してもよい。

一方で、実消費量と推定消費量との誤差が所定の値より大きい場合には、補正判定部 815 は基準消費換算情報を補正することを判定する。次に、S22 において、補正判定部 815 が補正対象となる単位情報を選択する。S24 では補正部 813 が推定消費量 (積算値) を補正し、S26 では補正部 813 が基準消費換算情報を補正する。これらの補正值は、それぞれ消費状態記憶部 806 および

消費換算情報記憶部 808 に格納される (S28)。

S30 では、S12 と同様に推定消費量が算出される。ただし、S12 と異なり、補正後の基準消費換算情報が用いられる。また、S24 で補正された推定消費量 (積算値) を基準として、その後の消費量が算出される。そして、S32 では消費量がユーザに提示され、S34 では消費量の算出結果が消費状態記憶部 806 に格納される。S36 では推定消費量が全インク量に達したか否か (消費完了か否か) が判定され、NO であれば S30 に戻る。消費が完了した場合、すなわちインクが無くなった場合には、印刷前の印刷データが保存される (S38)。

また、図 74B のように、積算値の補正 (S24) と消費換算情報の補正 (S26) との順序を入れ替えて処理しても良い。図 74B のフローで処理することによって、補正判定部 815 が基準消費換算情報を補正対象としない判定をした場合に、補正部 813 は、基準消費換算情報を補正することなく、積算値のみを補正して処理を続行することができる。

上記の処理では印字時における単位情報の補正の処理について記載した。ところで、インクジェット記録装置では、記録ヘッドのメンテナンス処理が適当な間隔をおいて実施される。メンテナンス処理でもインクが消費され、その消費量が無視できないほどに多い事もありえる。そこで、滴毎インク容量には、メンテナンスによる記録ヘッドからの消費量も含めている。

即ち、記録装置制御部に格納されている基準消費換算情報は、図 70 に示すように非印字状態におけるメンテナンス処理のインク消費量を単位情報として有してもよい。印字状態のときにドットの滴毎インク容量を積算するのと同様に、推定消費算出処理部はメンテナンス回数に 1 回の消費量を積算する。これにより、メンテナンスによるインク消費量が推定される。メンテナンスによる消費量と、インク滴数から求めた消費量との和が、推定消費量として求められる。推定消費量に基づいて、補正判定部 815 は基準消費換算情報に含まれる単位情報のうちいずれの単位情報 (図 70 参照) を補正対象にするかを判定する。補正判定部 815 は、特定の単位情報を補正対象と判定してもよく、基準消費換算情報の全体を補正対象と判定しても良い。かかる場合には、上記の通り、印字状態と非印字状態とに分類してそれぞれの全体を単位情報としてもよい。また、非印字状態の

メンテナンスをさらに分類しフラッシングとクリーニングとに分類してそれぞれを単位情報としてもよい。さらにフラッシングおよびクリーニングをフラッシング 1 とフラッシング 2 およびクリーニング 1 とクリーニング 2 に分類してそれぞれを単位情報としてもよい。

インク消費量はインク滴数で表現されてもよい。両者は比例するからである。この場合、メンテナンスによる消費量は、インク滴数に換算されてもよい。この換算インク滴数が、印刷によるインク滴数に加算される。加算された滴数が、インク消費量を表すパラメータとして扱われる。

また、基準消費換算情報は、本実施例のようにインク滴毎の容量として表現してもよいが、その表現の形式は特に限定しない。例えば、ドット 1 の容量はドット 2 の容量 10pl の 3 倍の 30pl なので、10pl を基準として比率 3 と表現してもよい。さらに、基準消費換算情報は、インク滴毎の質量で表現してもよい。

また、本実施例の基準消費換算情報は、各滴毎インク容量について、記録ヘッドの周辺の温度によっても分類している。しかし、記録ヘッドの周辺の温度に限定することなく、記録ヘッドの周辺の他の環境によって分類してもよい。例えば、湿度や気圧によって分類してもよい。

記録ヘッドの周辺の温度、湿度、気圧を測定するために、温度計、湿度計、気圧計が記録ヘッドのノズル開口の周辺に配備される（図示せず）。記録ヘッドの走査に影響を与えないように、温度計、湿度計、気圧計は小型かつ軽量の装置が好ましい。さらに、温度計、湿度計、気圧計はリモート制御できればさらに好ましい。

本実施例によれば、印刷によるインク消費量に加えて、メンテナンスによるインク消費量をも推定して、両者の和を求めることにより、また、記録ヘッドの周辺環境による滴毎インク容量を考慮することによって、さらに正確にインク消費量が推定される。

図 6 9 を参照して、次に、上記のようにして得られた消費量を利用する構成について説明する。印刷動作制御部 8 1 8 は、印刷動作部 8 2 0 を制御して、印刷データに従った印刷を実現する制御部である。印刷動作部 8 2 0 は、印字ヘッド、ヘッド移動装置、用紙送り装置等である。印刷動作制御部 8 1 8 の印刷量算出部



8 2 2 は、前述したように、インク消費量の推定のための印刷量を消費検出処理部 8 1 2 に与える。

印刷動作制御部 8 1 8 は、消費検出処理部 8 1 2 が検出した消費量に基づいて動作する。本実施例では、推定消費量からインクが無くなったと判断されるとき、印刷動作およびメンテナンス動作といったインクを消費する動作が停止される。そして、印刷前の印刷データが印刷データ記憶部 8 2 4 に格納される。この印刷データは、新しいインクカートリッジが装着された後に格納される。この処理は、図 7 4 A、図 7 4 B の S 3 8 に相当する。

なお、インク不足による印刷不良を防止するために、適当な少量のインクが残っている状態でインクが無くなったと判定することが好ましい。

また、1 枚の紙を印刷する途中で印刷が中断するのは好ましくない場合がある。この場合、インクが不足するか否かを、1 枚の紙を基準に判断することが好適である。例えば、1 枚の紙の印刷に必要なインク量が適当に設定される。そのインク量より残量が少なくなった時点で、インクが無くなったと判定される。

同様の判定は、印刷データに基づいて行われてもよい。例えば、まとまった文書データを印刷するとする。印刷枚数に対応するインク量が残量より多くなった時点で、インクが無いと判断される。

印刷動作制御部 8 1 8 の他の処理例では、実消費検出処理によって実消費量が検出されたとき、実消費量に基づいて残り可能印刷量が計算される。残り可能印刷量を印刷したとき、印刷前の印刷データが印刷データ記憶部 8 2 4 に格納される。実消費量に基づく確実な処理が行われる。

さらに他の処理例では、検出された消費量に基づいて別の構成が制御される。例えば、インク補充装置、インクカートリッジ交換装置などが設けられ、それらが制御されてもよい。すなわち消費量（実消費量および／または推定消費量）に基づいてインク補充またはインクタンク交換の必要性、タイミングが判定され、判定結果に応じて補充または交換が行なわれる。補充または交換がユーザに促されてもよいことはもちろんである。

図 6 9 の消費情報提示部 8 2 6 は、消費量を利用するもう一つの構成である。消費情報提示部 8 2 6 は、消費検出処理部 8 1 2 が検出した消費状態情報を、デ

ディスプレイ 8 1 8 およびスピーカ 8 3 0 を用いてユーザに提示する。ディスプレイ 8 1 8 には消費状態を示す図形等が表示され、スピーカ 8 3 0 からはインク残量を示す報知音または合成音声出力される。合成音声により、適切な操作が案内されてもよい。

消費状態は、ユーザの要求に応じて提示されてもよい。また、適当な間隔をおいて周期的に提示されてもよい。また、適当なイベント、例えば印刷開始等のイベントが生じたときに提示されてもよい。また、インク残量が所定の値になったときに自動的に提示されてもよい。

本実施例では、基準消費換算情報が補正されるが、基準消費換算情報を補正することなく、記録ヘッドに印加される電圧を変化させることによって、実際の滴毎インク容量を補正しても良い。かかる場合には、補正部 8 1 3 は補正推定消費量（積算値）を実消費量へ補正する。また、補正部 8 1 3 は印刷動作制御部 8 1 8 へ所定の信号を送信し、印刷動作部 8 2 0 へ印加する電圧の補正をする。

図 7 5 は、本発明に従った実施例として適用される複数のアクチュエータ 8 0 2 を備えたインクカートリッジ 8 0 0 の断面図である。本実施例においてはアクチュエータ 8 0 2 が 7 個配備されている。7 つのセンサは、インク消費に伴ってインク液面が低下していく方向に沿って、互いに異なる 7 つの高さに配置されている。こうした構成は、比較的多くのインクを収納するカートリッジ、例えばいわゆるオフキャリッジタイプのカートリッジに適している。オフキャリッジタイプのカートリッジは、記録ヘッドから離れた位置に固定して用いられる。カートリッジと記録ヘッドは、チューブ等を介して接続される。

図 7 6 は、本実施例のインク消費検出機能を備えたインクジェット記録装置を示している。本実施例では、図 6 9 の構成と異なり、複数の液体センサ 8 0 2 がインクカートリッジ 8 0 0 に設けられている。図 7 6 の例では、7 つのセンサが設けられている。これら複数の液体センサ 8 0 2 は、記録装置制御部 8 0 1 の消費検出処理部 8 1 2、より詳細には実消費検出処理部 8 1 6 により制御される。

消費検出処理部 8 1 2 は、7 つの液体センサ 8 0 2 を個別に用いて消費量を検出する。したがって、7 つの異なる段階での消費量（液面通過）が検出される。

なお、好ましくは、全部の液体センサが同時にではなく、順番に用いられる。

一つのセンサが液面通過を検出したとする。すなわち、一つのセンサの検出結果が、インク有り状態からインク空状態に変わったとする。そのセンサの使用が停止され、一つ下側のセンサが使用される。最も下側のセンサがインク空状態を検出すると、センサを用いた実消費検出が終了される。こうした処理により、センサの動作およびそのための処理を少なくでき、センサを効率よく使用できる。

さらに、記録装置制御部 8 1 0 は補正部 8 1 3 を備える。補正部 8 1 3 は補正判定部 8 1 5 を備える。補正部 8 1 3 の動作は、図 6 9 の補正部 8 1 3 と同様である。

次に、本実施例のシステムにおける基準消費換算情報の補正処理を説明する。本システムでは、液面通過が 2 回検出されると、基準消費換算情報が補正される。

1 回目の検出では、あるセンサにより液面通過が検出される。次に、2 回目の検出では、一つ下側のセンサにより液面通過が検出される。この 2 回目の検出がなされると、2 回の検出の間の印刷量から基準消費換算情報が補正される。

より詳細には、消費検出処理部が 2 回の検出をすることによって、推定消費算出処理部 8 1 4 が推定消費量が求める。実消費検出処理部 8 1 6 が 2 つのセンサの間の実消費量を検出する。推定消費量および実消費量に基づいて補正部 8 1 3 が図 6 9 から図 7 4 A、図 7 4 B において説明したように基準消費換算情報を補正する。

インクフル状態からカートリッジの使用が開始され、最も上のセンサが液面通過を検出したとする。この場合は、最初の液面検出が 2 回目の液面検出とみなされ、補正処理が行なわれる。インクフルから液面検出までの印刷量が求められる。最も上のセンサより上のインク量と印刷量から基準消費換算情報が補正される。

また、インクカートリッジが同じ記録装置で継続的に使用されると、次々とセンサにより液面通過が検出される。この場合、液面通過が検出される度に、基準消費換算情報が補正される。前回の検出から今回の検出までの間の印刷量から基準消費換算情報の補正值が求められる。こうして、液面通過が検出される度に、基準消費換算情報が更新される。尚、補正された基準消費換算情報やその補正值は消費情報メモリ 8 0 4 に格納されることが好ましい。

本実施例によるインクカートリッジを使用することにより、ユーザーが一旦使

用したインクカートリッジをインクジェット記録装置から取り外し、再度そのインクカートリッジを装着した場合であっても、正確にインクカートリッジ内のインクの消費量を検出することができる。

さらに、互いに異なる複数の基準消費換算情報が消費情報メモリ 804 または記録装置制御部 810 に格納されていても良い。それによって、推定消費算出処理部 814 は複数の基準消費換算情報のうち任意の基準消費換算情報を用いて推定消費量を求めることができる。また、補正部 813 に代替して変更判定部（図示せず）を設け、変更判定部が適切な基準消費換算情報を判定してもよい。変更判定部の判定結果に基づいて推定消費算出処理部 814 は複数の基準消費換算情報のうち適切な基準消費換算情報を用いて推定消費量を求めることができる。さらに、消費情報メモリ 804 が予めセンサの数に 1 を足した数の基準消費換算情報を格納してもよい。それによって、インクカートリッジ内のインクの液面がセンサを通過するごとに、変更判定部は所定のもしくは任意の基準消費換算情報を判定する。変更判定部の判定の結果に基づいて、推定消費算出処理部 814 は基準消費換算情報を用いて適切に推定消費量を求めることができる。

図 77 は、インクカートリッジ 800 のアクチュエータ 802 が配備される部分の拡大図である。インクカートリッジ 800 には、1 番～7 番アクチュエータ 802-1～802-7 が配列されている。インクカートリッジが、まだ基準消費換算情報が補正対象になっていないインクジェット記録装置に装着されたとする。インクカートリッジが装着されたとき、インク液面は 3 番アクチュエータ 802-3 と 4 番アクチュエータ 802-4 の間にあったとする。

インクが消費されると、4 番アクチュエータ 802-4 により液面通過が検出される（1 回目の検出）。さらに 5 番アクチュエータ 802-5 により液面通過が検出される（2 回目の検出）。4 番アクチュエータ 802-4 から 5 番アクチュエータ 802-5 までの実消費量を  $V_y$  とする。また 2 回の検出の間の印刷ドット数を  $N_y$  とする。このとき、基準消費換算情報の補正対象になる単位情報は、 $V_y / N_y$  に補正される。好ましくは、この補正值は記録装置を特定する識別情報とともに消費情報メモリに記録される。以降は、補正後の基準消費換算情報を用いて推定消費量が積算される。

なお、上記の処理によれば、インクカートリッジが複数の記録装置に装着されると、それらの記録装置のそれぞれについて、基準消費換算情報が補正される。この場合は、各記録装置の識別情報とともに複数の基準消費換算情報が記録される。そして、各補正情報は該当する記録装置のために用いられる。

図78は、複数のアクチュエータを備えたインクカートリッジに応じた消費検出処理部812による検出処理および補正部813の補正処理を示すフローである。図78においては一連のフローブロックBが3回繰り返され、その後に消費完了へと処理されるように示される。しかし、フローブロックBの数は特に限定しない。例えば、図75の実施例のように7個のアクチュエータ802を備えたインクカートリッジにおいては、フローブロックBが7回繰り返される。フローブロックBは図74A、図74Bにおいて説明した処理の一部と同じであるので説明は省略する。フローブロックBを繰り返して処理することにより、複数のアクチュエータが配備されたインクカートリッジにおいて、インクの液面がアクチュエータを通過するごとに基準消費換算情報の単位情報を補正対象とするか否かの判定及びその判定結果に基づく補正をすることができる。

また、本実施例によれば、各アクチュエータの間のそれぞれの推定消費量、実消費量などのパラメータが得られる。従って、補正判定部815は、インクの液面が既に通過したアクチュエータ間の推定消費量、実消費量などの既知のパラメータを利用して単位情報を補正対象とするか否かを判定することができる。図79および図80に既知のパラメータを利用して単位情報を補正する方法が示される。

図79および図80はドット1およびドット2の単位情報ごとに数値を用いて行った補正を表示した図である。図79は推定消費量についてしきい値を設けていない実施例である。図80は図79の実施例に対して推定消費量についてしきい値を設けた実施例である。

図79において、ケース1からケース6までの実施例を示す。ACTはアクチュエータを示す。即ち、本実施例においてアクチュエータは7個配備される。インクの液面がアクチュエータ1からアクチュエータ7をそれぞれ通過したときのインク適数等を示す。

本実施例においては便宜上、基準消費換算情報のうちドット 1 およびドット 2 の 2 つの単位情報に基づいてインクが消費されると仮定する。また、本実施例においてドット 1 およびドット 2 の滴毎インク容量を推定インク滴量として記載する。ドット 1 の実際のインク滴量は 28 であり、基準消費換算情報に予め設定されている推定インク滴量は 30 である。ドット 2 の実際のインク滴量は 13 であり、基準消費換算情報に予め設定されている推定インク滴量は 10 である。

それぞれドット 1 のインク滴数を A、ドット 2 のインク滴数を G、ドット 1 の推定されるインク滴量として推定インク滴量を B、ドット 2 の推定されるインク滴量として推定インク滴量を H、ドット 1 の推定消費量を C、ドット 2 の推定消費量を I、ドット 1 の実際に消費した消費量を D、ドット 2 の実際に消費した消費量を J、ドット 1 のインク滴量正当率を E、ドット 2 のインク滴量正当率を K、ドット 1 の推定消費率を F、ドット 2 の推定消費率を L、実際に消費した消費量を M、全推定消費量を N、補正係数を O とすると、以下の等式が成立する。

尚、カッコ内の n は何番目のアクチュエータをインクの液面が通過したかを示す。即ち、図 79 の A C T の 1 から 7 までの数値を示す。従って、n-1 は、インクの液面が直前のアクチュエータを通過したときの数値を示す。

$$B(n) = B(n-1) \cdot O(n-1) \quad (\text{式 1})$$

$$C(n) = A(n) \cdot B(n) \quad (\text{式 2})$$

$$D(n) = A(n) \cdot 28 \quad (\text{式 3})$$

$$E(n) = C(n) / D(n) \quad (\text{式 4})$$

$$F(n) = C(n) / N(n) \quad (\text{式 5})$$

$$H(n) = H(n-1) \cdot O(n-1) \quad (\text{式 6})$$

$$I(n) = G(n) \cdot H(n) \quad (\text{式 7})$$

$$J(n) = G(n) \cdot 13 \quad (\text{式 8})$$

$$K(n) = I(n) / J(n) \quad (\text{式 9})$$

$$L(n) = I(n) / N(n) \quad (\text{式 10})$$

$$M(n) = D(n) + J(n) \quad (\text{式 11})$$

$$N(n) = C(n) + I(n) \quad (\text{式 12})$$

$$O(n) = M(n) / N(n) \quad (\text{式 13})$$

インク滴数Aおよびインク滴数Gはそれぞれ消費検出処理部812によってカウントされたドット1およびドット2のインク滴数である。

推定インク滴量B(n)は補正前の推定インク滴量B(n-1)に補正係数O(n-1)を乗じて得られる。推定インク滴量の補正は補正判定部815によって補正対象とすべきことが判定された場合にのみ行われる。従って、補正対象の判定がない場合には補正係数を1とする。

推定消費量Cは推定インク滴量Bとインク滴数Aとを乗じた量である。推定消費量Cは推定消費算出処理部814において算出される。

実際に消費した消費量Dは実際のインク滴量とインク滴数Aとを乗じた量である。実際のインク滴量は不明であるので、消費検出処理において実際に消費した消費量Dも不明の量である。

インク滴量正当率Eは実際に消費した消費量Dに対する推定消費量Cの比率である。インク滴量正当率Eが1に近いほど、推定消費量Cが実際に消費した消費量Dに近いと判断できる。図79では本実施例を理解するための便宜上インク滴量正当率Eを表示する。

推定消費率Fは全推定消費量Nに推定消費量Cが占める比率を示す。推定消費率Fは推定消費算出処理部814で算出される。補正判定部815はこの推定消費率Fに基づいて単位情報を補正対象とするか否かの判定をすることができる。

インクの実消費量は、アクチュエータ802をインクの液面が通過したときに実消費検出処理部816によって検出される。従って、実際に消費した消費量Mはドット1の実際に消費した消費量Dとドット2の実際に消費した消費量Jとの和としているので、実消費検出処理部816によって検出される実消費量とある程度のずれがある場合がある。しかし、本実施例の優位性を説明する上では、式11による実際に消費した消費量Mを使用して差し支えない。よって、例えば、式13における補正係数は、実際には実消費検出処理部816によって検出される実消費量を使用するが、本実施例では実際に消費した消費量としてMを使用する。

全推定消費量Nはドット1およびドット2の推定消費量Cおよび推定消費量Iの和である。

また、本実施例において単位情報はドット 1 およびドット 2 に分類されている。また、基準消費換算情報の要素は、ドット 1 およびドット 2 の推定インク滴量 B および推定インク滴量 H である。従って、本実施例の目的は推定インク滴量 B および推定インク滴量 H をそれぞれ実際のインク滴量 28 および 13 に近づける、即ち、インク滴量正当率 E および K を 1 に近づけるように単位情報であるドット 1 およびドット 2 の情報を補正することである。

尚、ドット 2 に係る G、H、I、J、K、L は、ドット 1 の A、B、C、D、E、F に対応するので、説明を省略する。

ここで、ケース 1 からケース 6 は、推定インク滴量の補正対象の判定の方法が異なる場合、即ち、基準消費換算情報の単位情報の補正対象の判定の方法が異なる場合に依じて場合分けしている。ケース 1 は全ての単位情報を常に補正対象と判定する。ケース 2、ケース 3 およびケース 5 は、今回検出された推定消費率が当該検出より過去に既に検出されている推定消費率の最大値よりも大きいときに該当する単位情報を補正対象と判定をする。ケース 4 およびケース 6 は、今回検出された推定消費率が当該検出より過去に既に検出されている推定消費率の最大値よりも大きいときに補正対象と判定する方法に加え、単位情報の同士の間の推定消費率の比較を行うことによって、該当する単位情報を補正対象とする判定する。ケース 2、ケース 3 およびケース 5 は、後述する図 8 1 A の判定方法に基づく。ケース 4 およびケース 6 は、後述する図 8 2 および図 8 1 A を組合せた判定方法に基づく。

ケース 1 は、インクの液面がアクチュエータ通過するごとに、補正係数 O によって全ての推定インク滴量を補正対象としている。よって、ケース 1 では補正判定部 8 1 5 は常に補正対象とすることを判定する。その結果、インク滴量正当率 E、K は 1 に近づいたり乖離したりを繰り返す。推定消費率 F、I が低くかつ実際のインク滴量から乖離の小さい推定インク滴量をも補正対象とすることによって、実際のインク滴量から乖離する方向へ推定インク滴量を補正するためである。

ケース 2 は、インクの液面が今回通過したアクチュエータにおいて算出された推定消費率  $F(n)$ 、 $L(n)$  が、インクの液面が以前に通過したアクチュエータにおいて算出された推定消費率  $F(1 \sim n-1)$ 、 $L(1 \sim n-1)$  のいずれよりも



大きいときに、補正判定部 8 1 5 が推定インク滴量を補正対象とすることを判定する場合である。例えば、ケース 2 の A C T 4 および A C T 5 において推定インク滴量 B は補正されていない。それによって、インク滴量正当率 E が 1 へ収束している。ドット 2 においても同様である。

※図 8 1 A、図 8 1 B および図 8 2 は、図 7 4 A、図 7 4 B または図 7 8 の補正対象の判定 (S 2 2) および補正対象に該当する単位情報の補正 (S 2 6) をさらに詳細に示したフローである。図 8 1 A、図 8 1 B をもとにケース 2、ケース 3 またはケース 5 の補正対象の判定 (S 2 2) および補正対象に該当する単位情報の補正 (S 2 6) の処理の説明をする。図 8 1 A、図 8 1 B および図 8 2 をもとにケース 4 またはケース 6 の補正対象の判定 (S 2 2) および補正対象に該当する単位情報の補正 (S 2 6) の処理の説明をする。

図 8 1 A において、A C T (n) によってインクの液面が検出された後、補正判定部 8 1 5 が全ての単位情報について個別に判定を実行する。補正判定部 8 1 5 は、該単位情報の推定消費率  $F(n)$  と A C T (1 ~ n-1) によってインクの液面が検出されたときの推定消費率  $F(1 ~ n-1)$  の最大値  $F_{max}$  とを比較する。 $F(n)$  が  $F_{max}$  よりも小さいときには、補正判定部 8 1 5 は、該単位情報を補正対象としない旨の判定をする。一方、 $F(n)$  が  $F_{max}$  よりも大きいときには、補正判定部 8 1 5 は、該単位情報を補正対象とする旨の判定をする (S 2 2-4)。また、 $F(n)$  を  $F_{max}$  とし (S 2 2-6)、さらに他の単位情報についての判定または他の種類の判定がある場合には、他の判定を実行する (S 2 2-8、S 2 2-10)。他の判定が無い場合には次の推定消費量の補正が実行される。

その後、図 8 1 B に示されるように、補正判定部 8 1 5 の判定の結果に基づいて、該単位情報は補正実行ルーチンに従って補正される (S 2 6)。補正部 8 1 3 は補正判定部 8 1 5 の判定結果に基づいて単位情報を補正する (S 2 6)。まず、補正部 8 1 3 は補正対象と判定された単位情報か否かを判定する (S 2 6-2)。補正対象となっていない単位情報は補正係数  $O(n)$  を 1 として補正される。即ち、本実施例における単位情報である推定インク滴量  $B(n) = B(n-1) * O(n-1)$  と補正する。一方、補正対象となっている単位情報は補正係数

$O(n) = M(n) / N(n)$  として補正される。即ち、本実施例における単位情報である推定インク滴量  $B(n) = B(n-1) * O(n-1)$  と補正する (S 26-4)。その後、補正後の単位情報を用いて次の推定消費量の検出が実行される。

ケース 3 は、ユーザーのインクジェット記録装置の使用目的が専ら文字記録のために使用される場合である。従って、インク滴量の多いドット 1 による推定消費率  $F$  がドット 2 による推定消費率  $L$  に比較して高い。ケース 3 もケース 2 と同様に、推定消費率  $F(n)$ 、 $L(n)$  が、推定消費率  $F(1 \sim n-1)$ 、 $L(1 \sim n-1)$  のいずれよりも大きいときに、補正判定部 815 が推定インク滴量を補正することを判定する。

ケース 3 においては、ケース 2 よりもドット 1 のインク滴量正当率  $E$  が 1 に近くなる。これは、インクジェット記録装置が文字記録という目的に専ら使用されるために、特定の単位情報の補正がより正確に行われた結果である。

ケース 4 は、ケース 3 と同様にインクジェット記録装置の使用目的が専ら文字記録のために使用される場合である。さらにケース 4 では、単位情報間の推定消費率の比較を行う。まず図 82 のルーチンに従って、ドット 1 およびドット 2 のそれぞれの推定消費率  $F(n)$  および  $L(n)$  を比較する (S 22-12)。比較した結果、推定消費率  $F(n)$  または  $L(n)$  のいずれか消費率の大きい方を補正対象とする (S 22-14)。さらに他の判定として、 $F_{\max}$  または  $L_{\max}$  と比較するため、S 22-16 により図 81A の補正対象の判定ルーチン (S 22) を実行し、S 22-8 で NO となったときに S 26 が実行される。ここで、図 82 の S 22-14 において補正対象が  $L(n)$  のときには、図 81A の S 22-2 および S 22-6 の  $F(n)$  を  $L(n)$  とし、 $F_{\max}$  を  $L_{\max}$  とする。

ケース 4 の実施例では、ユーザーの使用目的が決まっており、必ず推定消費率  $F(n)$  の方が推定消費率  $L(n)$  よりも大きいので、ケース 4 ではドット 1 のみが補正対象となっている。

ケース 4 の実施例のように、ユーザーの使用目的が決まっている場合には予め補正対象とする単位情報を設定しておいてもよい。それによって、補正判定部 815 が判定する手間を省くことができる。ケース 3 と比較するとケース 4 はイン

ク滴量正当率がばらつく場合がある。しかし、消費換算情報記憶部808に補正対象となる単位情報以外の単位情報を記憶しておく必要がなく、メモリの容量を小さくできる。ある程度、単位情報の補正を正確に行いつつ、補正のサイクルタイムを早め、装置を小さくできるので、ケース4は実用的である。

ケース5は、インクジェット記録装置の使用目的が専ら画像記録のために使用される場合である。従って、ケース5では、インク滴量の少ないドット2による推定消費率 $L$ がドット1による推定消費率 $F$ に比較して高い。ケース5もケース2と同様に、推定消費率 $F(n)$ 、 $L(n)$ が、推定消費率 $F(1 \sim n-1)$ 、 $L(1 \sim n-1)$ のいずれよりも大きいときに、補正判定部815が推定インク滴量を補正することを判定する。

ケース5においては、ケース2よりもドット2のインク滴量正当率 $L$ が1に近くなる。これは、インクジェット記録装置が画像記録という目的に専ら使用されるために、特定の単位情報の補正がより正確に行われた結果である。

ケース6は、ケース5と同様にインクジェット記録装置の使用目的が専ら画像記録のために使用される場合である。さらにケース6では、ケース4と同様に単位情報間の推定消費率の比較を行う。まず図82のルーチンに従って、ドット1およびドット2のそれぞれの推定消費率 $F(n)$ および $L(n)$ を比較する(S22-12)。比較した結果、推定消費率 $F(n)$ または $L(n)$ のいずれか消費率の大きい方を補正対象とする(S22-14)。さらに他の判定として、 $F_{\max}$ または $L_{\max}$ と比較するため、S22-16により図81Aの補正対象の判定ルーチン(S22)を実行し、S22-8でNOとなったときにS26が実行される。ここで、図82のS22-14において補正対象が $L(n)$ のときには、図81AのS22-2およびS22-6の $F(n)$ を $L(n)$ とし、 $F_{\max}$ を $L_{\max}$ とする。

ケース4およびケース6の実施例では、ユーザーの使用目的が決まっている。従って、ケース4ではドット1のみが補正対象となっていたが、ケース6の実施例では、ドット2のみが補正対象となっている。

ケース6の実施例では、ユーザーの使用目的が決まっているので、ケース4と同様に予め補正対象とする単位情報を設定しておいてもよい。単位情報の補正を

正確に行いつつ、補正のサイクルタイムを早め、装置を小さくできるので、ケース 6 も実用的である。

図 80 は、図 79 の補正に推定消費率のしきい値をさらに使用して行った補正を表示した図である。インクの液面がアクチュエータを通過したときに、任意の単位情報の推定消費率が所定のしきい値を超えている場合に、補正判定部 815 はその単位情報を補正対象とすることを判定する。例えば、図 80 の実施例では、ドット 1 の推定消費率のしきい値を 0.5 とし、ドット 2 の推定消費率のしきい値を 0.6 とする。ドット 1 において、推定消費率が 0.5 を超えているときには、補正判定部 815 はドット 1 の推定インク滴量を補正対象とすると判定する。ドット 2 において、推定消費率が 0.6 を超えているときには、補正判定部 815 はドット 2 の推定インク滴量を補正対象とすると判定する。これにより、推定インク滴量が実際のインク滴量から乖離することを防ぐ。

図 83 は、図 80 に従った推定消費率のしきい値を使用して行った補正対象の判定ルーチンを示すフローである。

まず、補正判定部 815 が単位情報を判定する (S22-18)。本実施例においては、補正判定部 815 は単位情報としてドット 1 またはドット 2 を判定する。次に、補正判定部 815 はドット 1 またはドット 2 の推定消費率がしきい値より大きいかどうかを判定する (S22-20)。例えば、ドット 1 の推定消費率  $F(n)$  がしきい値 0.5 より大きい場合にドット 1 を補正対象とする。ドット 2 の推定消費率  $L(n)$  がしきい値 0.6 より大きい場合にドット 2 を補正対象とする。ドット 1 およびドット 2 以外の他の単位情報がある場合には他の判定が実行される (S22-22)。他の単位情報がない場合には補正が実行される。図 80 の実施例において図 83 の補正対象の判定ルーチンは以下のように利用される。

図 80 のケース 1 は、図 83 の補正対象の判定ルーチンのみによって補正対象の判定がされるケースである。即ち、補正判定部 815 が図 83 の補正対象の判定ルーチンの実行後、他に判定すべき単位情報がなくなったときに、補正部 813 が図 74A、図 74B または図 78 の補正のステップ (S24 および S26) を実行する。

S 2 6 の補正は、図 8 1 B の補正実行ルーチンを実行すればよい。本実施例によれば、推定消費率がしきい値を越えない単位情報は補正対象とされない。一方で、推定消費率がしきい値を越えた単位情報は補正対象とされる。

図 8 0 のケース 2、3、5 は、図 8 3 の補正対象の判定ルーチンおよび図 8 1 A の補正対象の判定ルーチンによって補正対象の判定がされるケースである。補正判定部 8 1 5 は図 8 3 の補正対象の判定ルーチンを実行し、さらにその後、図 8 1 A の補正対象の判定ルーチンを実行する。補正部 8 1 3 は、図 8 3 の補正対象の判定ルーチンおよび図 8 1 A の補正対象の判定ルーチンによって補正対象であると判定された単位情報を、図 7 4 A、図 7 4 B または図 7 8 の補正のステップ (S 2 4 および S 2 6) において補正する。S 2 6 の補正は、図 8 1 B の補正実行ルーチンを実行すればよい。本実施例によれば、推定消費率がしきい値を越えない単位情報は補正対象とされない。一方で、推定消費率がしきい値を越えた単位情報は、さらに図 8 1 A の補正対象の判定ルーチンによって補正対象であると判定された単位情報が補正対象となる。また、図 8 1 A の補正対象の判定ルーチンによって補正対象でないと判定された単位情報は補正対象とならない。

図 8 0 のケース 4、6 は、図 8 3 の補正対象の判定ルーチン、図 8 1 A の補正対象の判定ルーチンおよび図 8 2 の補正対象の判定ルーチンによって補正対象の判定がされるケースである。補正判定部 8 1 5 が図 8 3 の補正対象の判定ルーチンを実行し、図 8 2 の補正対象の判定ルーチンを実行し、さらにその後、図 8 1 A の補正対象の判定ルーチンを実行する。補正部 8 1 3 は、図 8 3 の補正対象の判定ルーチン、図 8 1 A の補正対象の判定ルーチンおよび図 8 2 の補正対象の判定ルーチンによって補正対象であると判定された単位情報を、図 7 4 A、図 7 4 B または図 7 8 の補正のステップ (S 2 4 および S 2 6) において補正する。S 2 6 の補正は、図 8 1 B の補正実行ルーチンを実行すればよい。本実施例によれば、推定消費率がしきい値を越えない単位情報は補正対象とされない。一方で、推定消費率がしきい値を越えた単位情報は、さらに図 8 2 の補正対象の判定ルーチンおよび図 8 1 A の補正対象の判定ルーチンによって補正対象と判定された単位情報が補正対象となる。また、図 8 2 の補正対象の判定ルーチンおよび図 8 1 A の補正対象の判定ルーチンによって補正対象と判定されない単位情報は補正対

象とされない。

推定消費率にしきい値を設けることによる効果は図79および図80のケース3のACT2におけるインク滴量正当率を比較すると理解しやすい。所定のしきい値を設けていない図79において、インク滴量正当率KがACT1の0.769からACT2の0.728へとインク滴量正当率Kが1から乖離する方向へ補正されている。これは、ACT1の推定消費率が0.036と低いにもかかわらず推定インク滴量Hが補正されたからである。他方で、所定のしきい値を設けている図80において、インク滴量正当率KがACT1とACT2とにおいて同じである。従って、インク滴量正当率Kは1から乖離していない。これは、ACT1の推定消費率が0.036と低いので、しきい値によって推定インク滴量Hが補正されなかったからである。

しきい値は、インクジェット記録装置が使用される目的によって決定すれば良い。例えば、図80において印刷動作制御部818から送信される印刷データに含まれる情報により文字記録を目的と判定する場合には、ドット1の推定消費率のしきい値を高く設定する。他方で画像記録を目的と判定する場合には、ドット2の推定消費率のしきい値を高く設定する。

以上、本実施例を説明した。次に、本実施例の利点をまとめて述べる。その他の利点は上述した通りである。

本実施例によれば、推定消費算出と実消費検出が併用される。実消費量は、圧電装置を用いることにより正確に検出され、かつ、圧電装置を用いているのでインク漏れ等が好適に防止される。一方、推定処理によれば、多少の誤差を伴うものの、消費量を詳細に求められる。したがって、両処理の併用により、正確かつ詳細にインク消費量を求められる。

本実施例では、実消費検出処理により、圧電装置をインク液面が通過するのが検出される。圧電装置をインク液面が通過すると、圧電装置の出力が大きく変化する。したがって、液面通過は確実に検出される。この液面通過の前後のインク消費量が詳細に推定される。こうした処理により、インク消費量を正確かつ詳細に求められる。

本実施例では、実消費量の検出結果に基づき、基準消費換算情報が補正対象と

される。これにより、消費量の推定処理の誤差を低減することができ、より正確にインク消費量を推定できる。

また、基準消費換算情報の補正においては、単位情報ごとに補正対象とするか否か判定される。それによって、基準消費換算情報のうち補正の必要のない単位情報を補正することなく、補正の必要な単位情報のみを補正することができる。従って、消費量の推定処理の誤差をさらに低減することができ、推定消費量を実消費量へ収束させることができる。

本実施例では、判定方法として、推定消費率と図 8 3 において説明したしきい値との比較、図 7 3 A、図 7 3 B において説明した推定消費量としきい値との比較、図 8 2 において説明した単位情報間の推定消費率の比較、図 8 1 A、図 8 1 B において説明した推定消費率と該推定消費率が測定される以前の推定消費率のうちの最大値との比較、図 7 3 A、図 7 3 B において説明した誤差の予想得点としきい値との比較を行う方法を説明した。これらの比較をそれぞれ単独で行ってもよいが、いずれか 2 つの比較を併用して判定してもよく、また、2 つ以上の比較を組合せてもよく、全ての比較を組み合わせてもよい。

補正された基準消費換算情報は、補正対象のインクタンクに限定して用いられてもよい。あるいは、補正された基準消費換算情報は、補正対象のインクタンクに限らず、その後に装着されるインクタンクのためにも用いられてよい。後者によれば、インクカートリッジの交換後も補正情報を継続して利用できる。

また本実施例では、図 7 1 を用いて説明したように、実消費検出処理の検出結果に基づき、推定消費量が補正される。補正後の消費量に基づき、その後の推定が正確に行われる。また、図 7 4 B において説明したように、基準消費換算情報を補正することなく、推定消費算出処理による積算値のみを補正することもできる。

本実施例では、推定消費量を用いてディスプレイ等に消費量の情報が表示される。例えば求めた消費量に基づいて、残りのインクでの可能印刷量が提示される。また求めた消費量に基づいて、残りのインク量が提示される。このとき、インク量に応じて異なる色および形状の図形が用いられてもよい。このようにして、インク消費状態をユーザに分かりやすく伝えられる。

本実施例では、求めた消費量が消費情報メモリに格納される。消費情報メモリはインクカートリッジに装着されている。したがって、インクカートリッジが取り外され、それから再度装着されたときに、消費状態が容易に分かる。

また、基準消費換算情報も消費情報メモリに格納されている。これらの情報も、インクカートリッジが装着されたときに、メモリから読み出され、好適に利用される。

一方で、補正後の基準消費換算情報が記録装置側で保持されてもよい。この場合、カートリッジが交換された後も基準消費換算情報を継続して利用できる。補正が繰り返されると、基準消費換算情報が適正な値に近づき、推定処理がより正確に行われる。

また本実施例では、推定処理によってインクが無くなったと判断されると、印刷データが記憶部へ格納される。これにより印刷データが失われずにすむ。

また別の例では、実消費量が検出されたとき、残り可能印刷量が計算される。残り可能印刷量を印刷したとき、印刷前の印刷データを印刷データ記憶部へ格納される。この形態によっても印刷データが失われずにすむ。

本発明は、各種の態様で実現可能である。本発明は、インク消費検出方法でもよく、インク消費検出装置でもよく、インクジェット記録装置でもよく、インクジェット記録装置の制御装置でもよく、インクカートリッジでもよく、その他の態様でもよい。インクカートリッジの態様の場合には、好ましくはインクカートリッジは消費情報メモリを有し、上述した各種の処理に必要な情報を提供する。

本実施例は、本発明の範囲内で変形可能であることはもちろんである。

本実施例では、アクチュエータは圧電装置で構成された。前述したように、圧電装置を用いて、音響インピーダンスの変化が検出されてもよい。弾性波に対する反射波を利用して消費量が検出されてもよい。弾性波の発生から反射波の到着までの時間が求められる。圧電装置の機能を利用する何らかの原理で消費量が検出されればよい。

本実施例では、アクチュエータが振動を発生するとともに、インク消費状態を示す検出信号を発生した。これに対して、アクチュエータは自分で振動を発生しなくてもよい。すなわち、振動発生と検出信号出力の両方を行わないもよい。別



のアクチュエータによって振動が発生される。あるいは、キャリッジの移動などに伴ってインクカートリッジに振動が発生したときに、インク消費状態を示す検出信号をアクチュエータが生成してもよい。積極的に振動が発生することなく、プリンタ動作によって自然に発生する振動を用いてインク消費が検出される。

記録装置制御部の機能は、記録装置のコンピュータにより実現されなくてもよい。一部または全部の機能が、外部のコンピュータに設けられてもよい。ディスプレイおよびスピーカも、外部のコンピュータに設けられてもよい。

本実施例では、液体容器がインクカートリッジであり、液体利用装置がインクジェット記録装置であった。しかし、液体容器は、インクカートリッジ以外のインク容器、インクタンクでもよい。例えば、ヘッド側のサブタンクでもよい。また、インクカートリッジは、いわゆるオフキャリッジタイプのカートリッジでもよい。さらに、インク以外の液体を収容する容器に本発明が適用されてもよい。

以上、本発明を実施例を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施例に記載の範囲には限定されない。上記実施例に、多様な変更又は改良を加えることができる。その様な変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

以上に説明したように、本発明によれば、圧電装置を用いることにより、複雑なシール構造を使わずに、実消費状態を正確に検出できる。そして、推定消費算出と実消費検出の組み合わせにより、インク消費状態を正確かつ詳細に求めることができる。

本発明によれば推定消費状態を求める換算情報の補正により、インク消費状態を正確かつ詳細に求めることができる。さらに、補正された消費換算情報を、補正の対象になった記録装置の識別情報とともに記録することにより、消費換算情報を適切に利用できる。

本発明によれば推定消費量を求める基準消費換算情報の補正により、インク消費量を正確かつ詳細に求めることができる。また、基準消費換算情報に含まれる単位情報ごとの補正により、さらにインク消費量を正確かつ詳細に求めることができる。

### 産業上の利用の可能性

本発明は、インクジェット記録装置に用いられるインクタンクの内部のインクの消費状態を検出するために利用することができる。

## 請求の範囲

1. インクジェット記録装置に用いられるインクタンクのインク消費状態を検出する方法であって、

前記インクタンク内のインクの推定消費状態を、前記インクジェット記録装置の稼働量とインク消費量との関係を示す消費換算情報を用いて算出する推定消費算出処理と、

圧電素子を有する圧電装置を用いて前記インクタンク内のインクの消費状態に応じた前記圧電素子の振動状態を検出することにより、前記インクタンク内のインクの実消費状態を検出する実消費検出処理と、

を併用することを特徴とするインク消費検出方法。

2. 前記実消費検出処理は、前記実消費状態として、前記圧電装置の前記圧電素子の位置をインク液面が通過したか否かを検出し、

前記推定消費算出処理は、前記推定消費状態として、前記実消費検出処理により前記インク液面が前記圧電素子の位置を通過したことが検出される前後の少なくとも一方における前記インク消費状態を求める、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のインク消費検出方法。

3. 前記圧電装置の前記圧電素子の位置を前記インク液面が通過したことが検出されたとき、前記実消費状態の検出を終了することを特徴とする請求項 2 に記載のインク消費検出方法。

4. 前記推定消費算出処理は、記録ヘッドから射出されるインク滴の数を積算することにより前記推定消費状態を求めることを特徴とする請求項 1 に記載のインク消費検出方法。

5. 前記推定消費算出処理は、前記記録ヘッドから射出されるインク滴の数及びインク滴のサイズに基づいて前記推定消費状態を求めることを特徴とする請求項 4 に記載のインク消費検出方法。

6. 前記推定消費算出処理は、前記実消費検出処理の検出結果に基づいて前記消費換算情報を補正し、補正された前記消費換算情報に基づいて前記推定消費状態を求めることを特徴とする請求項 1 に記載のインク消費検出方法。

7. 前記消費換算情報は、記録ヘッドから射出されるインク滴に対応するインク量であることを特徴とする請求項6に記載のインク消費検出方法。

8. 前記推定消費算出処理は、前記実消費検出処理の検出結果に基づいて前記推定消費状態を補正することを特徴とする請求項1に記載のインク消費検出方法。

9. 前記推定消費算出処理は、記録ヘッドから射出されるインク滴の数を積算することにより前記推定消費状態を求める処理であり、前記実消費検出処理の検出結果が得られたとき、それまでに求めた前記推定消費状態を前記実消費検出処理の検出結果に基づいて補正することを特徴とする請求項8に記載のインク消費検出方法。

10. 前記推定消費算出処理及び前記実消費検出処理により求めた前記インク消費状態を記憶手段に格納することを特徴とする請求項1に記載のインク消費検出方法。

11. 前記記憶手段は前記インクタンクに装着されたメモリ装置であることを特徴とする請求項10に記載のインク消費検出方法。

12. 前記実消費検出処理は、前記圧電装置を用いて、インク消費に伴う音響インピーダンスの変化に基づいて前記実消費状態を検出することを特徴とする請求項1に記載のインク消費検出方法。

13. 前記圧電装置は前記圧電素子の残留振動状態を示す信号を出力し、前記残留振動状態が前記インク消費状態に応じて変化することに基づいて前記実消費状態が検出されることを特徴とする請求項12に記載のインク消費検出方法。

14. 前記実消費検出処理は、前記インクタンクの異なる位置に取り付けられた複数の前記圧電装置を用いて複数段階の前記実消費状態を検出することを特徴とする請求項1に記載のインク消費検出方法。

15. 前記実消費検出処理は、前記実消費状態として、前記複数の圧電装置の各々の前記圧電素子の位置をインク液面が通過したか否かを検出することを特徴とする請求項14に記載のインク消費検出方法。

16. 前記推定消費算出処理は、前記推定消費状態として、一つの前記圧電装置が液面通過を検知してから次の前記圧電装置が液面通過を検出する間の消費

状態を求めることを特徴とする請求項 15 に記載のインク消費検出方法。

17. 前記推定消費算出処理は、前記推定消費状態として、最も下方に配置された前記圧電装置が液面通過を検出した後の消費状態を求めることを特徴とする請求項 15 に記載のインク消費検出方法。

18. 前記推定消費算出処理は、前記複数の圧電装置の各々の前記圧電素子の位置をインク液面が通過したときに前記消費換算情報を補正し、補正された前記消費換算情報に基づいて前記推定消費状態を求めることを特徴とする請求項 15 に記載のインク消費検出方法。

19. 前記推定消費算出処理は、  
最も下方に配置された前記圧電装置が液面通過を検出したとき、それまでの複数の液面通過検知に伴う複数の前記消費換算情報の補正結果に基づいて最終的な消費換算情報を求め、

この最終的な消費換算情報を用いて、最も下方に配置された前記圧電装置が液面通過を検出した後の前記推定消費状態を求めることを特徴とする請求項 18 に記載のインク消費検出方法。

20. 前記推定消費算出処理は、記録ヘッドから射出されるインク滴の数を積算することにより前記推定消費状態を求める処理であり、前記複数の圧電装置の各々によって液面通過が検出されたとき、それまでの積算により求めた前記推定消費状態を補正することを特徴とする請求項 15 に記載のインク消費検出方法。

21. 前記インク消費状態の検出対象の前記インクタンクは、前記インクジェット記録装置に着脱されるインクカートリッジであることを特徴とする請求項 1 に記載のインク消費検出方法。

22. 前記消費換算情報を補正対象とするか否かの判定をする補正判定処理と、

前記補正判定処理における補正をする旨の判定の結果に基づいて前記消費換算情報を補正する補正処理と、

をさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載のインク消費検出方法。

23. 前記消費換算情報は、記録ヘッドから消費されるインクの量に関連する互いに異なる少なくとも二つの単位情報に分類され、

前記補正判定処理において、前記推定消費状態に基づいて前記少なくとも二つの単位情報を補正対象にするか否かを判定することを特徴とする請求項 22 に記載のインク消費検出方法。

24. 前記補正判定処理において、第 1 の前記単位情報に基づく前記推定消費状態よりも第 2 の前記単位情報に基づく推定消費状態の方がインクの消費量または消費率に関して大きいときに、前記第 2 の単位情報を補正対象とすることを特徴とする請求項 23 に記載のインク消費検出方法。

25. 前記補正判定処理において、インクの消費量または消費率に関して、共通の前記単位情報を用いて以前に求めた前記推定消費状態のいずれよりも大きい前記推定消費状態が得られたときに、前記共通の単位情報を補正対象と判定することを特徴とする請求項 23 に記載のインク消費検出方法。

26. 前記補正判定処理において、前記単位情報を用いて求めた前記推定消費状態がインクの消費量または消費率に関する所定のしきい値よりも大きい場合にその単位情報を補正対象と判定することを特徴とする請求項 23 に記載のインク消費検出方法。

27. 前記消費換算情報は記録ヘッドから消費されるインクの量に関連する互いに異なる少なくとも二つの単位情報に分類され、

前記補正判定処理において、前記推定消費状態と前記実消費状態との間の誤差が予想値を越えた場合に、少なくとも一つの前記単位情報を補正対象と判定することを特徴とする請求項 22 に記載のインク消費検出方法。

28. 前記消費換算情報は前記記録ヘッドから吐出されるインク滴の量に関連する互いに異なる少なくとも二つの単位情報に分類され、

前記補正判定処理において、予め選択されている少なくとも一つの前記単位情報を補正対象と判定することを特徴とする請求項 22 に記載のインク消費検出方法。

29. インクジェット記録装置に用いられるインクタンクのインク消費状態を検出する装置であって、

前記インクタンク内のインクの推定消費状態を、前記インクジェット記録装置の稼働量とインク消費量との関係を示す消費換算情報を用いて算出する推定消費

算出処理部と、

前記インクタンクに取り付けられ、圧電素子を有する圧電装置と、

前記圧電装置を用いて前記インクタンク内のインクの消費状態に応じた前記圧電素子の振動状態を検出することにより、前記インクタンク内のインクの実消費状態を検出する実消費検出処理部と、

を備えたことを特徴とするインク消費検出装置。

30. 複数の前記圧電装置が前記インクタンクの異なる位置にそれぞれ設けられており、

前記実消費検出処理部は、複数の前記圧電装置を用いて複数段階で前記実消費状態を検出する、ことを特徴とする請求項29に記載のインク消費検出装置。

31. インクジェット記録装置に用いられるインクタンクのインク消費状態を検出する装置であって、

前記インクタンクのインクの推定消費状態を、前記インクジェット記録装置の稼働量とインク消費量との関係を示す消費換算情報を用いて算出する推定消費算出処理部と、

前記インクタンクに取り付けられた、圧電素子を有する圧電装置を用いて前記インクタンク内のインクの消費状態に応じた前記圧電素子の振動状態を検出することにより、前記インクタンク内のインクの実消費状態を検出する実消費検出処理部と、

前記実消費状態に基づいて前記消費換算情報を補正する換算情報補正処理部と、

補正される前の前記消費換算情報である基準消費換算情報および補正された後の前記消費換算情報である補正消費換算情報を記憶し、前記推定消費算出処理部に提供する消費情報記憶部と、

を備えたことを特徴とするインク消費検出装置。

32. 前記消費情報記憶部は、前記インクタンクに設けられており、前記消費換算情報を補正したときに前記インクタンクが装着されていたインクジェット記録装置を識別するための補正対象識別情報とともに前記補正消費換算情報を記憶することを特徴とする請求項31に記載のインク消費検出装置。

33. 前記推定消費算出処理部は、前記補正対象識別情報に基づいて、前記

インクタンクが装着されているインクジェット記録装置に関する前記補正消費換算情報が前記消費情報記憶部に記憶されているか否かを判定し、記憶されているときはその補正消費換算情報を使用することを特徴とする請求項 3 2 に記載のインク消費検出装置。

3 4. 前記推定消費算出処理部は、前記補正対象識別情報に基づいて、前記インクタンクが装着されているインクジェット記録装置に関する前記補正消費換算情報が前記消費情報記憶部に記憶されているか否かを判定し、記憶されていないときは前記基準消費換算情報を使用することを特徴とする請求項 3 2 に記載のインク消費検出装置。

3 5. 前記推定消費算出処理部は、前記インクタンクを前記インクジェット記録装置に装着したときに、前記補正対象識別情報に基づいて前記基準消費換算情報または前記補正消費換算情報を選択することを特徴とする請求項 3 2 に記載のインク消費検出装置。

3 6. 前記補正対象識別情報は、前記インクジェット記録装置の種類を識別する情報であることを特徴とする請求項 3 2 に記載のインク消費検出装置。

3 7. 前記補正対象識別情報は、前記インクジェット記録装置を個別に識別する情報であることを特徴とする請求項 3 2 に記載のインク消費検出装置。

3 8. 前記補正対象識別情報は、前記インクジェット記録装置のインク消費に関連する構成部分を識別する情報であることを特徴とする請求項 3 6 に記載のインク消費検出装置。

3 9. 前記補正対象識別情報は、前記インクジェット記録装置の記録ヘッドを識別する情報であることを特徴とする請求項 3 8 に記載のインク消費検出装置。

4 0. 複数の前記圧電装置が前記インクタンクの異なる位置にそれぞれ設けられており、

前記実消費検出処理部は、前記各圧電装置の前記圧電素子の位置をインク液面が通過したか否かを検出し、

前記換算情報補正処理部は、一つの前記圧電装置が液面通過を検出してから次の前記圧電装置が液面通過を検出するまでの推定消費量に基づいて前記補正消費換算情報を求め、



前記推定消費算出処理部は、前記補正消費換算情報が得られたときに、前記消費換算情報を前記基本消費換算情報から前記補正消費換算情報へと切り換えて前記推定消費状態を求めることを特徴とする請求項 3 1 に記載のインク消費検出装置。

4 1. 前記インクジェット記録装置に前記インクタンクが装着された後、複数の前記圧電装置が液面通過を検出したときに前記補正消費換算情報を求め、前記消費換算情報を前記基本消費換算情報から前記補正消費換算情報へ切り換えることを特徴とする請求項 4 0 に記載のインク消費検出装置。

4 2. インクタンクのインク消費状態に関する情報を記憶する消費情報メモリを有するインクジェット記録装置であって、

前記消費情報メモリは、

前記インクジェット記録装置の稼働量とインク消費量との関係を示す消費換算情報を用いて算出される前記インクタンク内のインクの推定消費状態と、

前記インクタンクに取り付けられた、圧電素子を有する圧電装置を用いて検出される前記インクタンク内のインクの実消費状態と、

前記実消費状態として得られるインクエンドイベント情報であって、前記圧電装置の前記圧電素子の位置をインク液面が通過することに対応するインクエンドイベントの発生を示すインクエンドイベント情報と、

を格納することを特徴とするインクジェット記録装置。

4 3. 前記インクジェット記録装置に前記インクタンクが装着されたとき、前記消費情報メモリに格納されている前記インクエンドイベント情報を読み出して、前記インク液面が前記圧電素子の位置を通過済みであるか否かを判定し、通過済みの場合には所定の動作を行うことを特徴とする請求項 4 2 に記載のインクジェット記録装置。

4 4. 前記推定消費状態を求める推定消費算出処理部を有し、前記推定消費算出処理部は、前記実消費状態の検出結果に基づいて前記消費換算情報を補正し、補正された前記消費換算情報に基づいて前記推定消費状態を求めることを特徴とする請求項 4 2 に記載のインクジェット記録装置。

4 5. 前記消費換算情報は、前記記録ヘッドから射出されるインク滴に対応

するインク量であることを特徴とする請求項 4 4 に記載のインクジェット記録装置。

4 6 . 前記推定消費状態を求める推定消費算出処理部を有し、前記推定消費算出処理部は、前記実消費状態の検出結果に基づいて前記推定消費状態を補正することを特徴とする請求項 4 2 に記載のインクジェット記録装置。

4 7 . 前記推定消費算出処理部は、記録ヘッドから射出されるインク滴の数を積算することにより前記推定消費状態を求めるものであり、前記実消費状態の検出結果が得られたとき、それまでに求めた前記推定消費状態を前記実消費状態の検出結果に基づいて補正することを特徴とする請求項 4 6 に記載のインクジェット記録装置。

4 8 . 前記インクエンドイベントが発生したときに前記実消費状態の検出を終了することを特徴とする請求項 4 2 に記載のインクジェット記録装置。

4 9 . 前記圧電装置を用いて、インク消費に伴う音響インピーダンスの変化に基づいて前記実消費状態が検出されることを特徴とする請求項 4 2 に記載のインクジェット記録装置。

5 0 . 前記圧電装置は前記圧電素子の残留振動状態を示す信号を出力し、前記残留振動状態が前記インク消費状態に応じて変化することに基づいて前記実消費状態が検出されることを特徴とする請求項 4 9 に記載のインクジェット記録装置。

5 1 . インク滴を吐出して記録する記録ヘッドへ供給するインクを収容し且つインクを検出するための圧電装置を有するインクタンクを着脱できるインクジェット記録装置であって、

前記インクジェット記録装置の稼働量とインク消費量との関係を示す基準消費換算情報に基づいて前記インクタンク内のインクの推定消費状態を求める推定消費算出処理部と、

圧電素子を有する前記圧電装置を用いて前記インクタンク内のインクの消費状態に応じた前記圧電素子の振動状態を検出することにより、前記インクタンク内のインクの実消費状態を検出する実消費検出処理部と、

前記基準消費換算情報を補正対象とするか否かを判定し、補正対象とする旨の

判定に基づいて前記基準消費換算情報を補正する補正部と、

を備えたことを特徴とするインクジェット記録装置。

52. 前記基準消費換算情報は互いに異なる少なくとも二つの単位情報に分類され、

前記補正部は、少なくとも前記推定消費状態に基づいて前記少なくとも二つの単位情報のうちのいずれかを補正対象と判定することを特徴とする請求項51に記載のインクジェット記録装置。

53. 前記基準消費換算情報は互いに異なる少なくとも二つの単位情報に分類され、

前記補正部は、少なくとも一つの所定の前記単位情報を補正対象と判定するように予め設定されていることを特徴とする請求項51に記載のインクジェット記録装置。

54. 前記少なくとも二つの単位情報は記録ヘッドから吐出されるインク滴の量に従って分類されることを特徴とする請求項53に記載のインクジェット記録装置。

55. 前記少なくとも二つの単位情報は印字状態と非印字状態に従って分類されることを特徴とする請求項53に記載のインクジェット記録装置。

56. 前記少なくとも二つの単位情報は記録ヘッドが記録を行う周囲の温度に従って分類されることを特徴とする請求項53に記載のインクジェット記録装置。

57. 前記少なくとも二つの単位情報は記録ヘッドが記録を行う周囲の湿度に従って分類されることを特徴とする請求項53に記載のインクジェット記録装置。

58. 前記補正部は前記推定消費状態と前記実消費状態との比率を用いて前記基準消費換算情報を補正することを特徴とする請求項51に記載のインクジェット記録装置。

59. 前記基準消費換算情報を格納する記憶部をさらに有することを特徴とする請求項51に記載のインクジェット記録装置。

60. 前記補正部によって補正された前記基準消費換算情報を格納する記憶

部をさらに有することを特徴とする請求項 5 1 に記載のインクジェット記録装置。

6 1. 前記基準消費換算情報を構成する要素は、記録ヘッドから吐出されるインク滴の容量によって表されていることを特徴とする請求項 5 1 に記載のインクジェット記録装置。

6 2. 前記基準消費換算情報を構成する要素は、記録ヘッドから吐出されるインク滴の質量によって表されていることを特徴とする請求項 5 1 に記載のインクジェット記録装置。

6 3. 前記基準消費換算情報を構成する要素は、任意の前記基準消費換算情報を構成する要素を基準とした比率によって表されていることを特徴とする請求項 5 1 に記載のインクジェット記録装置。

6 4. インクジェット記録装置に装着されるインクタンクであって、  
前記インクタンクのインク消費状態に関する情報を記憶する消費情報メモリを有し、

前記消費情報メモリは、

前記インクジェット記録装置の稼働量とインク消費量との関係を示す消費換算情報を用いて算出された前記インクタンクの推定消費状態と、

圧電素子を有する圧電装置を用いて実消費状態として得られるインクエンドイベント情報であって、前記圧電装置の前記圧電素子の位置をインク液面が通過することに対応するインクエンドイベントの発生を示すインクエンドイベント情報と、

を格納することを特徴とするインクタンク。

6 5. 前記圧電装置が、インク消費に伴う音響インピーダンスの変化を検出可能であることを特徴とする請求項 6 4 に記載のインクタンク。

6 6. 前記圧電装置が、前記圧電素子の残留振動状態を示す信号を出力可能であることを特徴とする請求項 6 5 に記載のインクタンク。

6 7. インクジェット記録装置に用いられるインクタンクであって、  
前記インクタンクのインク消費状態を算出して推定消費状態を求めるために用いられる、前記インクジェット記録装置の稼働量とインク消費量との関係を示す消費換算情報を記憶する消費情報メモリを有し、

前記消費情報メモリは、圧電素子を有する圧電装置を用いて前記インクタンク内のインクの消費状態に応じた前記圧電素子の振動状態を検出することにより検出された前記インクタンク内のインクの実消費状態に基づいて補正された前記消費換算情報である補正消費換算情報を、補正前の前記消費換算情報である基準消費換算情報とともに記憶することを特徴とするインクタンク。

68. 前記消費情報メモリは、前記消費換算情報を補正したときに前記インクタンクが装着されていたインクジェット記録装置を識別するための補正対象識別情報とともに前記補正消費換算情報を記憶することを特徴とする請求項67に記載のインクタンク。

69. インク滴を吐出する記録ヘッドへ供給するインクを収容する容器と、インクを前記記録ヘッドへ供給するための液体供給口と、前記容器内のインクの実消費状態を検出するための、圧電素子を有する圧電装置と、インクジェット記録装置の稼働量とインク消費量との関係を示す、互いに異なる少なくとも二つの単位情報に分類された基準消費換算情報を格納する記憶部と、を備え、インク滴を吐出することによって記録を行う前記インクジェット記録装置に着脱できることを特徴とするインクタンク。

70. 前記記憶部は、前記基準消費換算情報に基づいて求められた前記インクタンク内のインクの推定消費状態と、前記圧電装置を用いて前記インクタンク内のインクの消費状態に応じた前記圧電素子の振動状態から検出された前記実消費状態と、に基づいて補正された前記基準消費換算情報を格納することを特徴とする請求項69に記載のインクタンク。

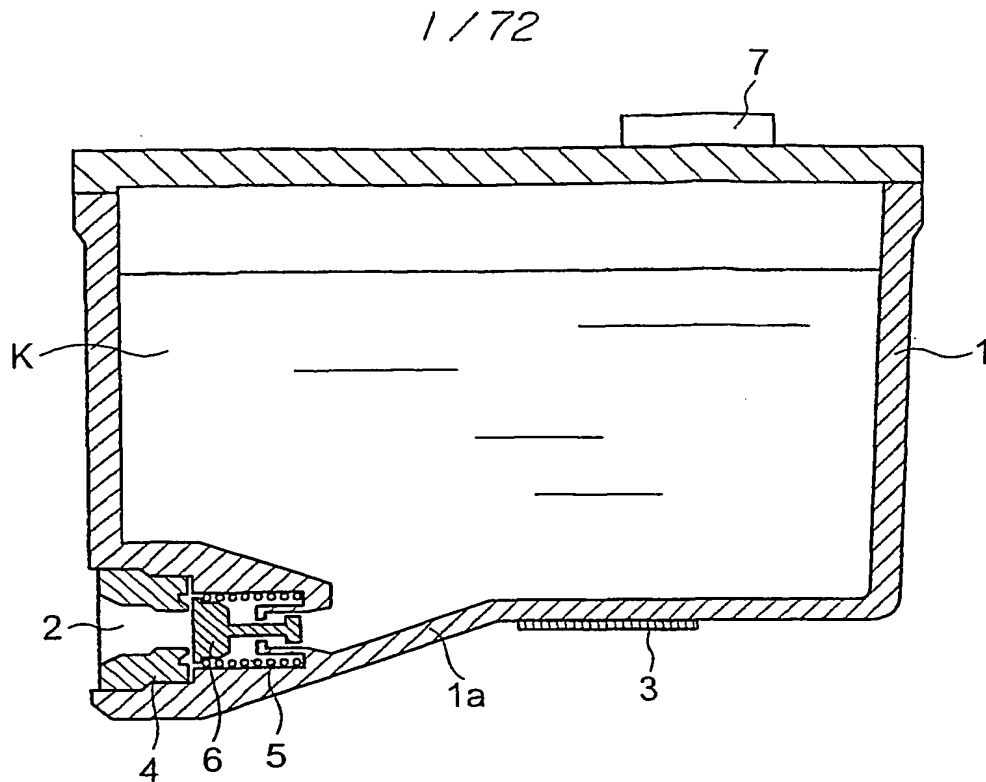


FIG.1

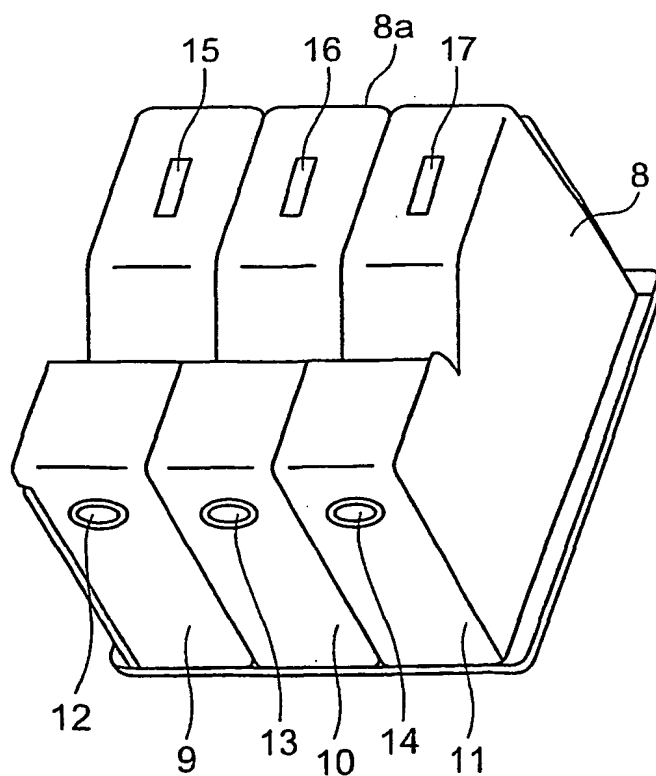


FIG.2

2 / 72

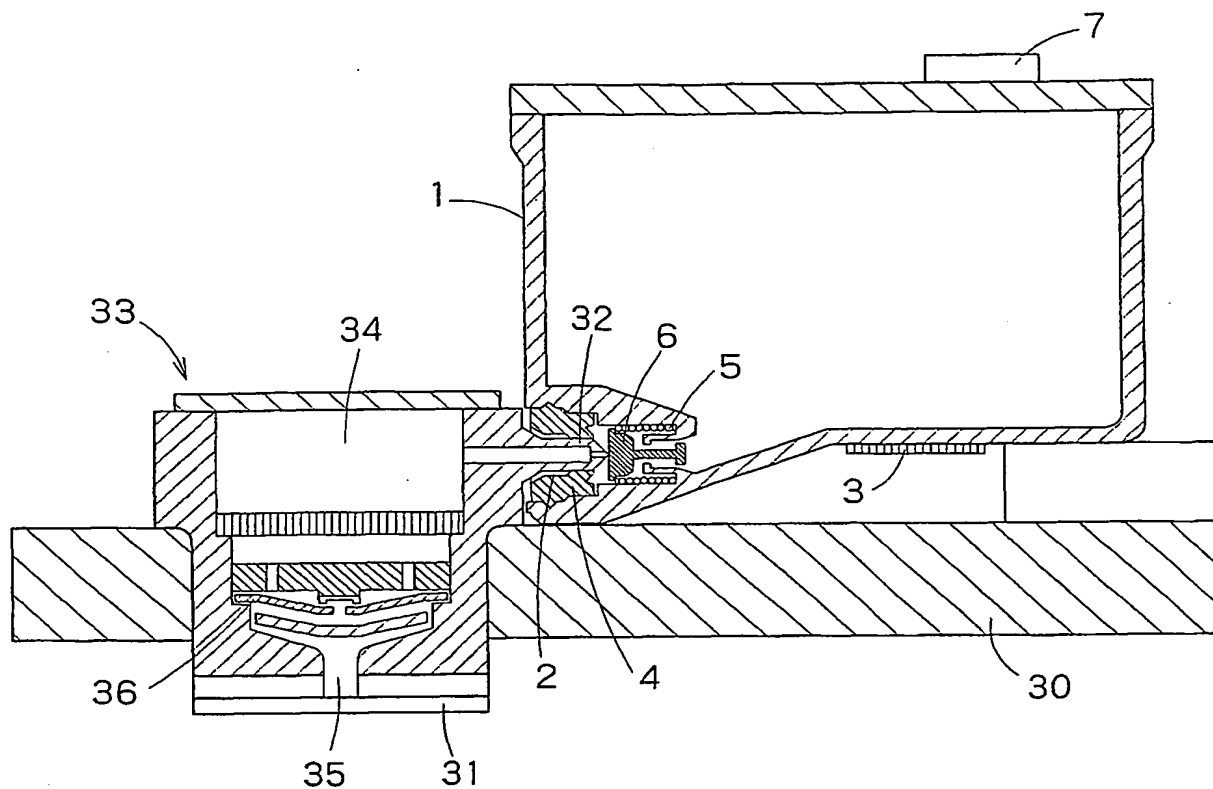


FIG. 3

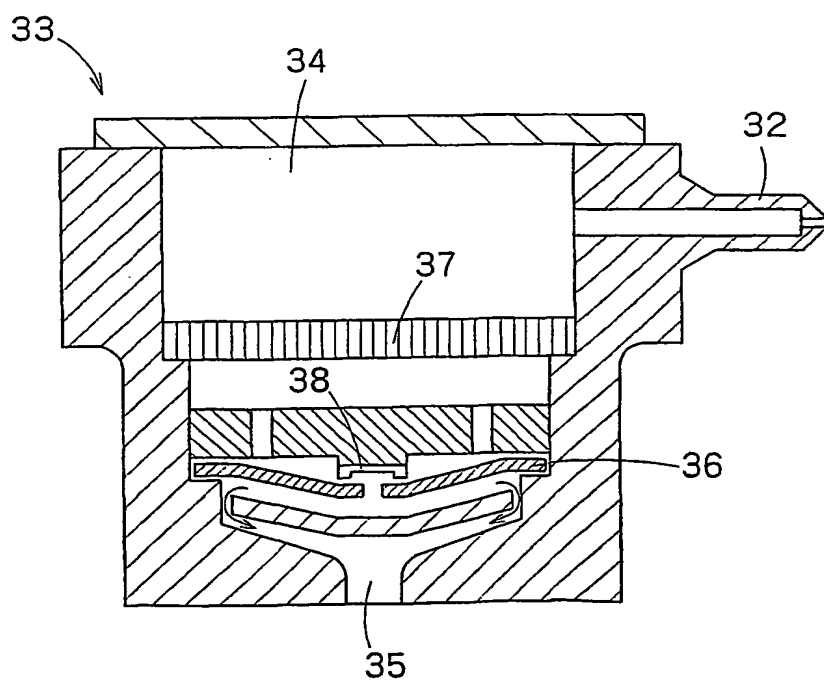


FIG. 4

3 / 72

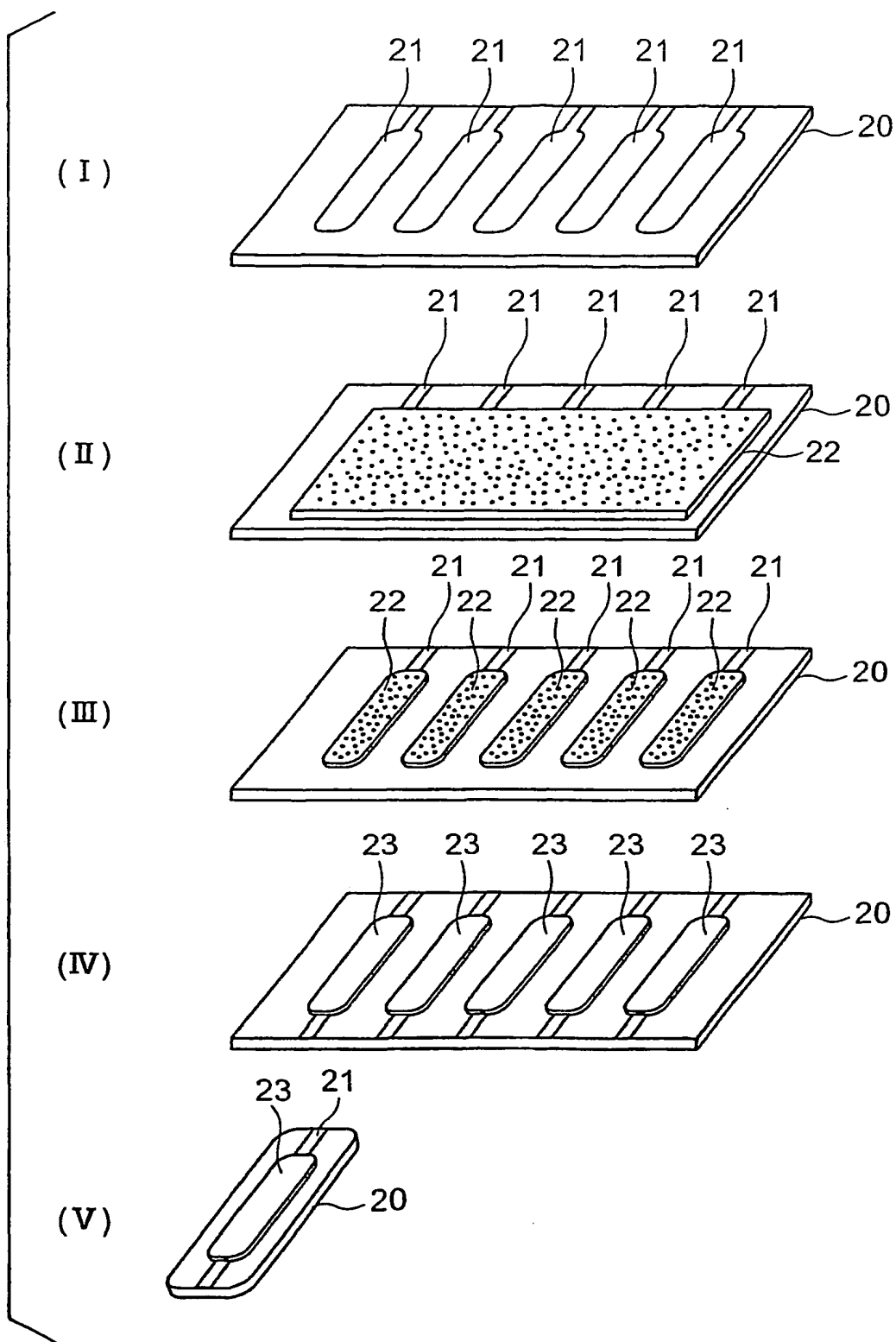


FIG.5



4/72

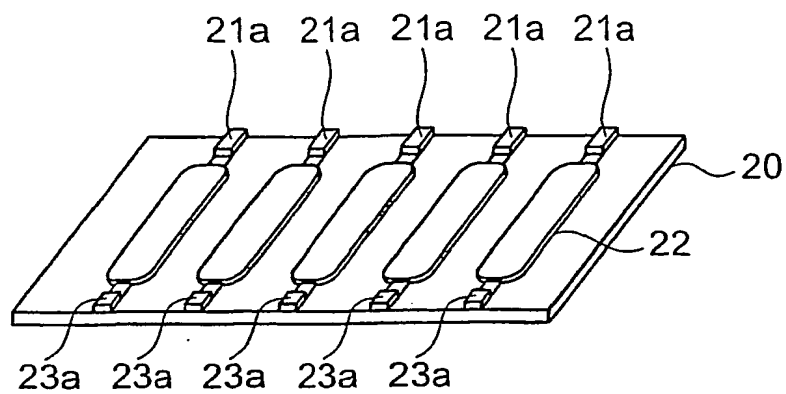


FIG. 6

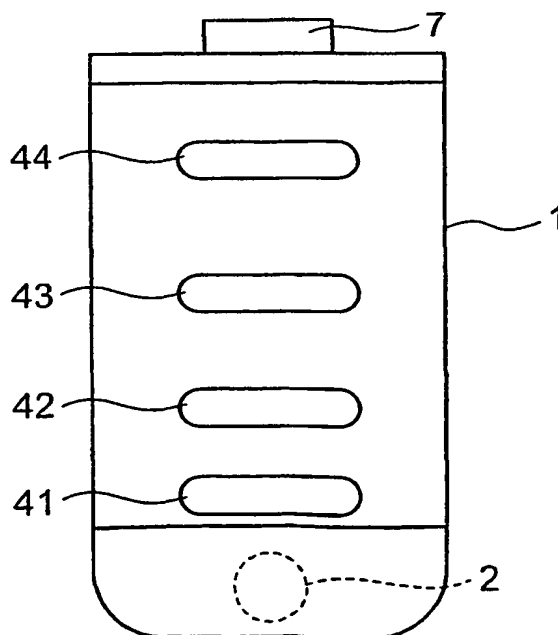


FIG. 7

5/72

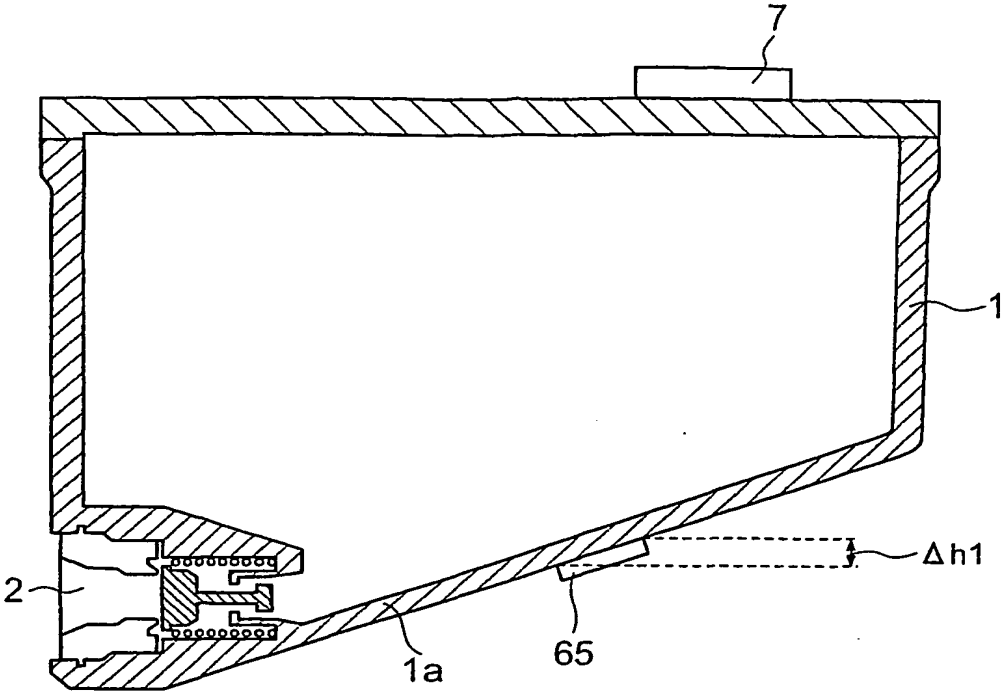


FIG. 8

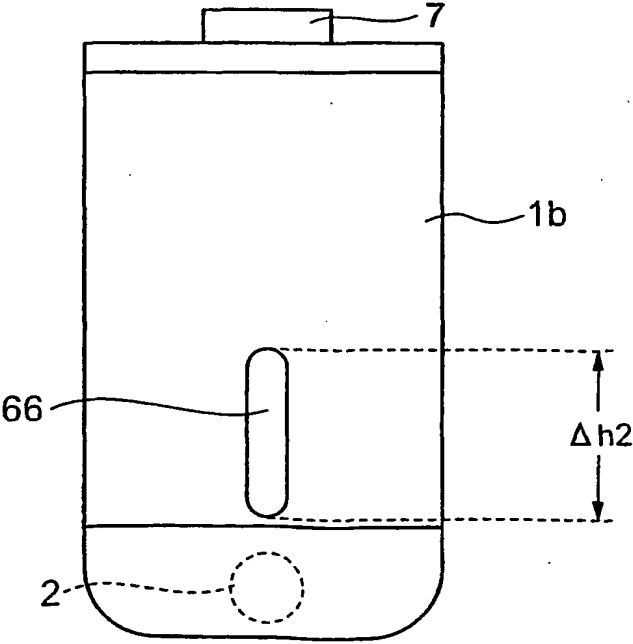


FIG. 9

6 / 72

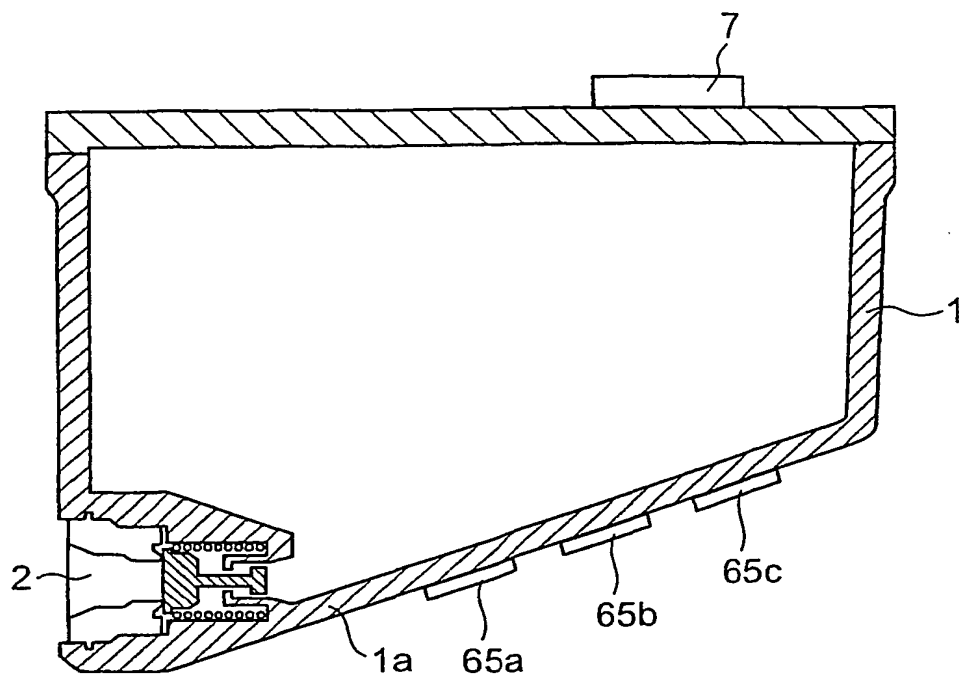


FIG.10

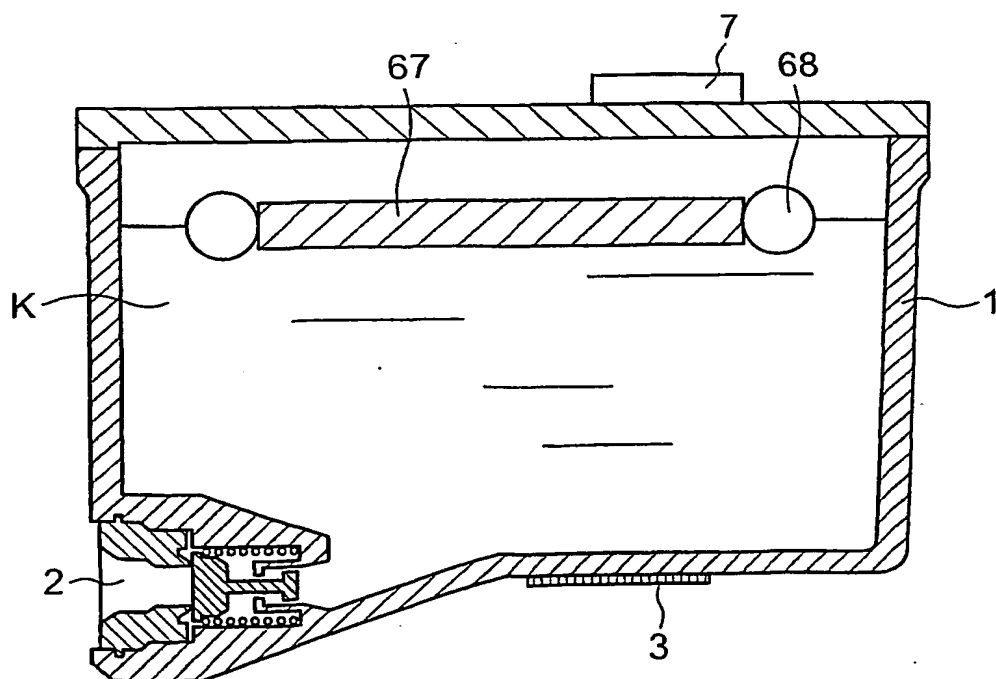


FIG.11

7/72

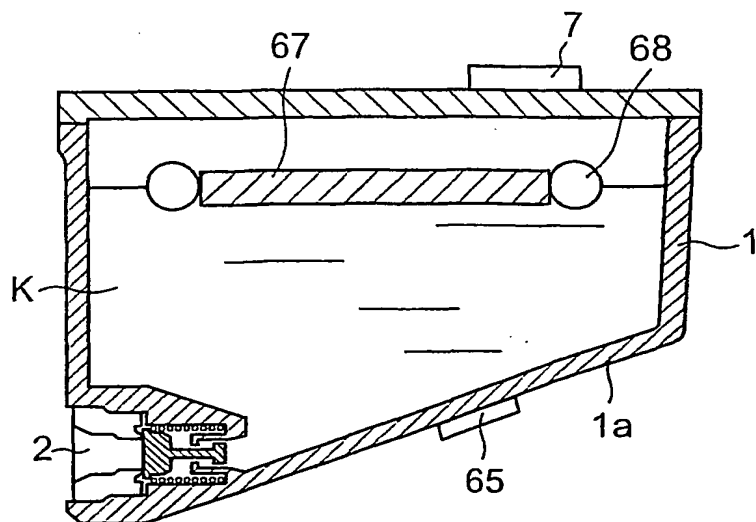


FIG.12A

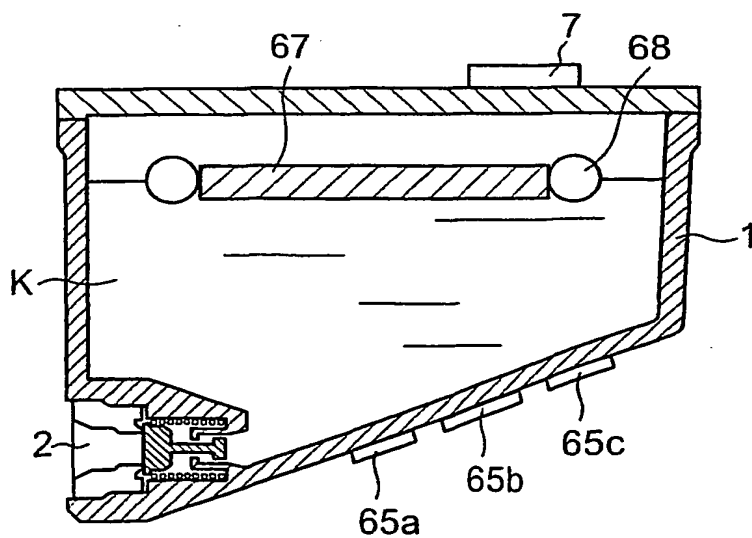


FIG.12B

8/72

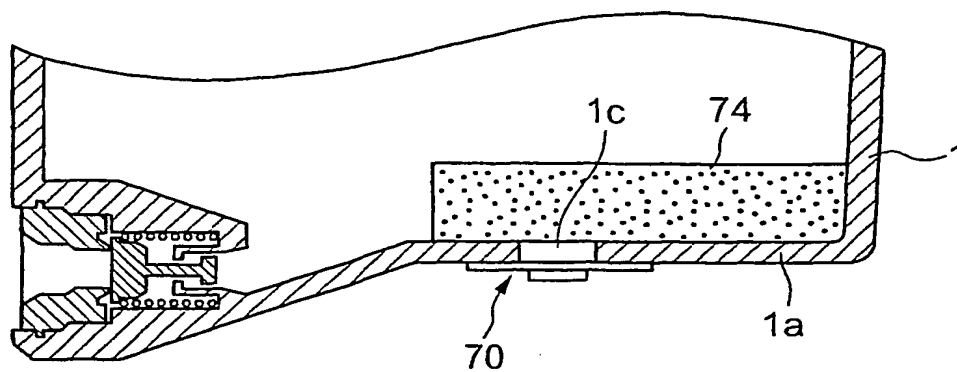


FIG.13A

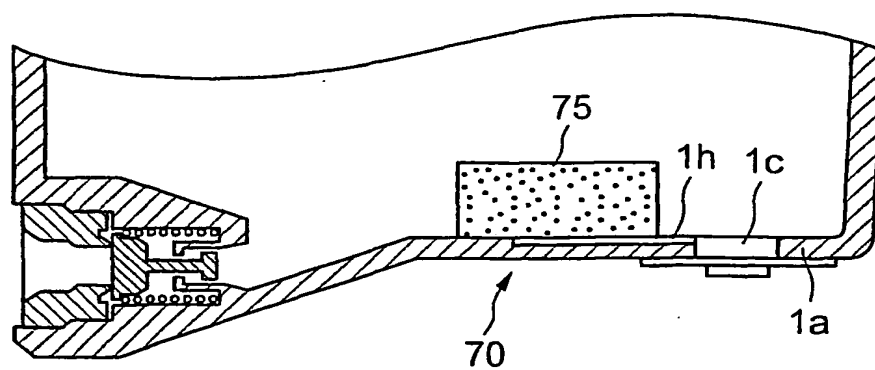


FIG.13B

9/72

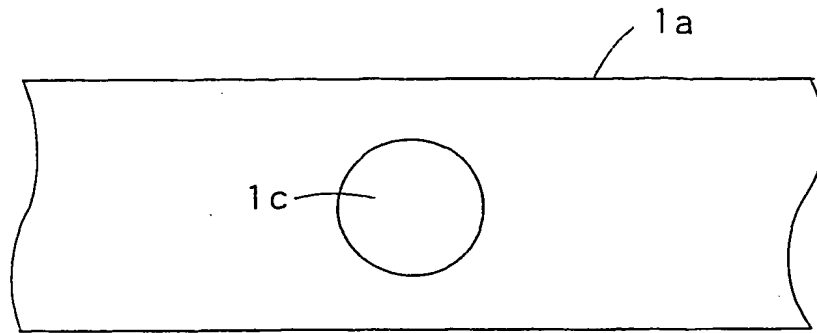


FIG. 14A

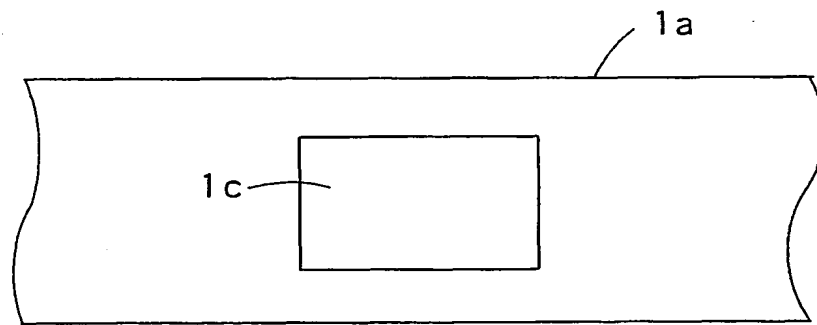


FIG. 14B

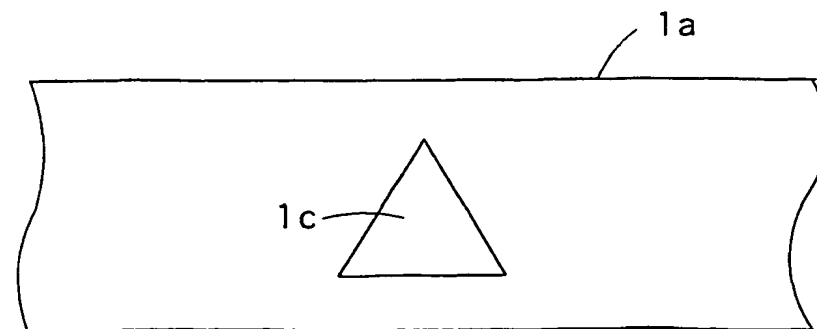


FIG. 14C

10/72

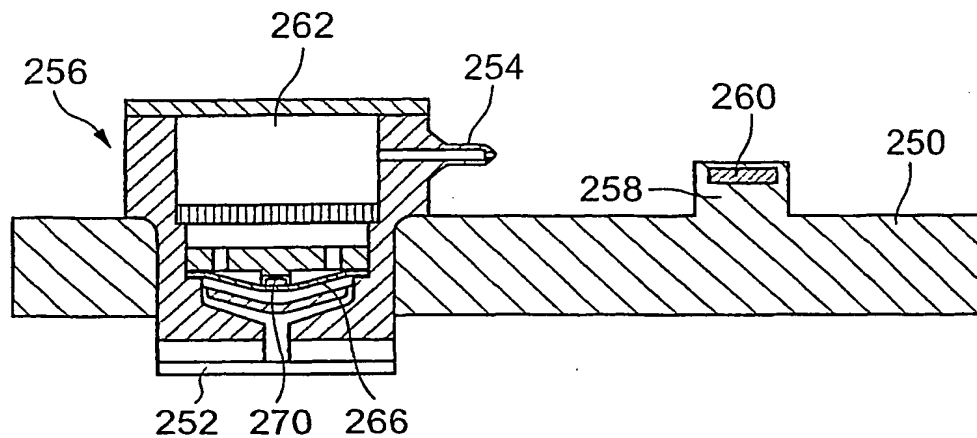


FIG.15A

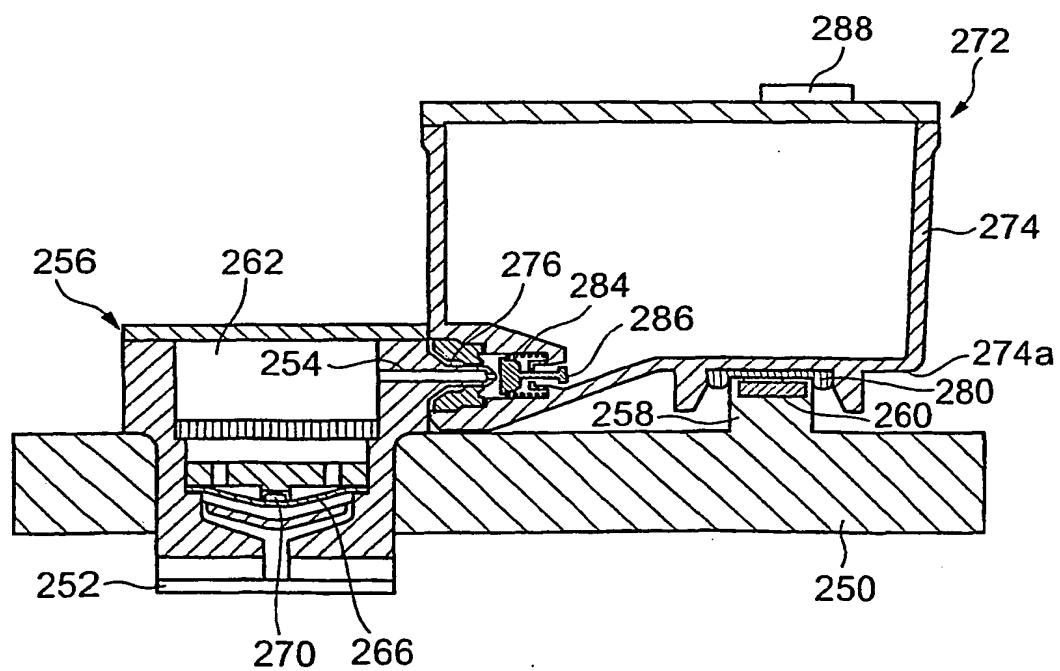


FIG.15B

11/72

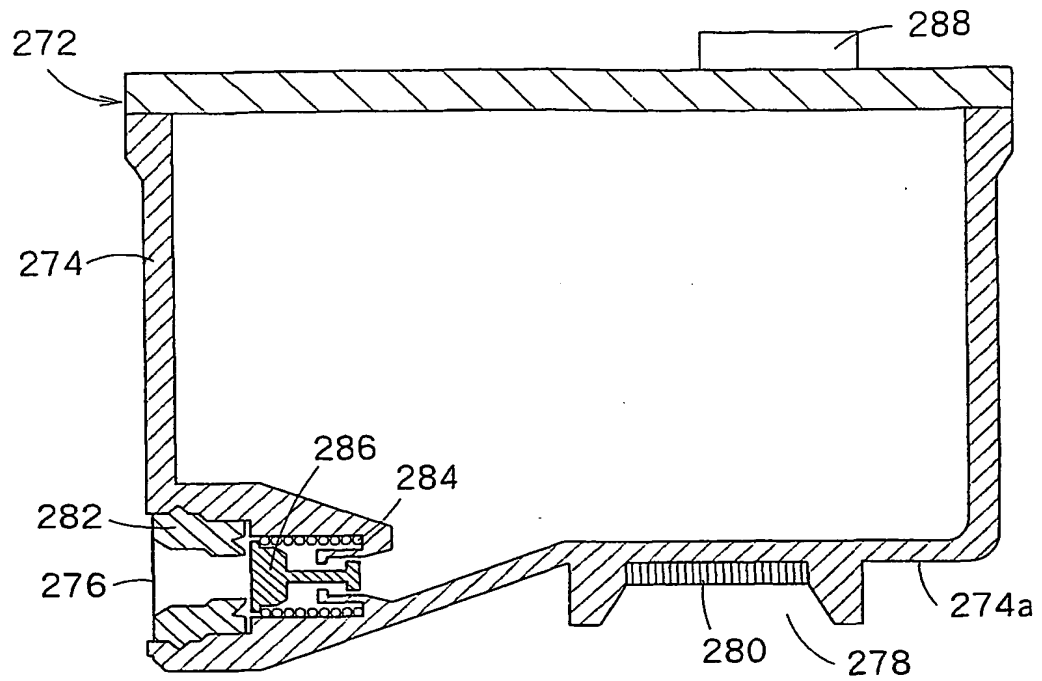


FIG. 16A

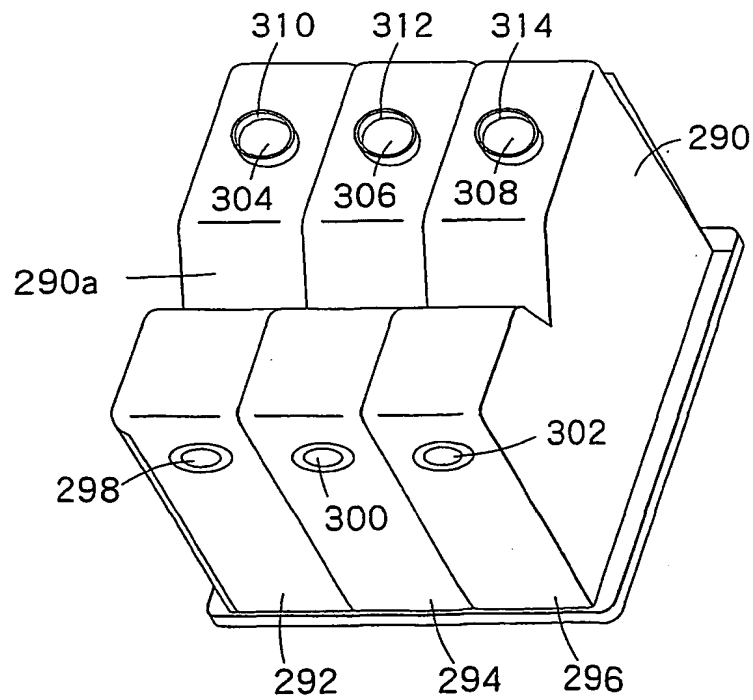


FIG. 16B



12/72

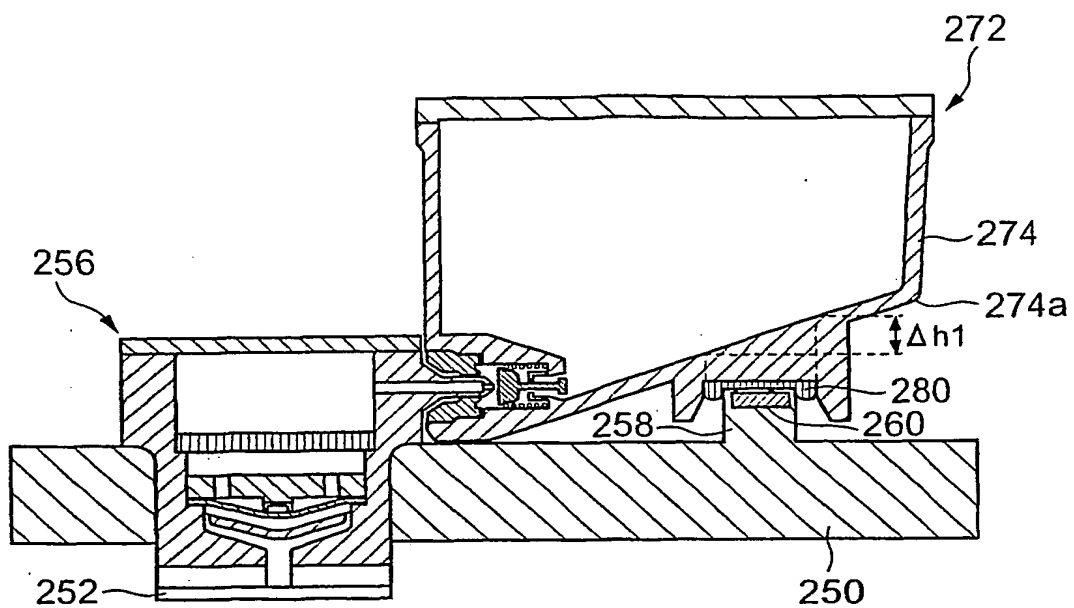


FIG.17

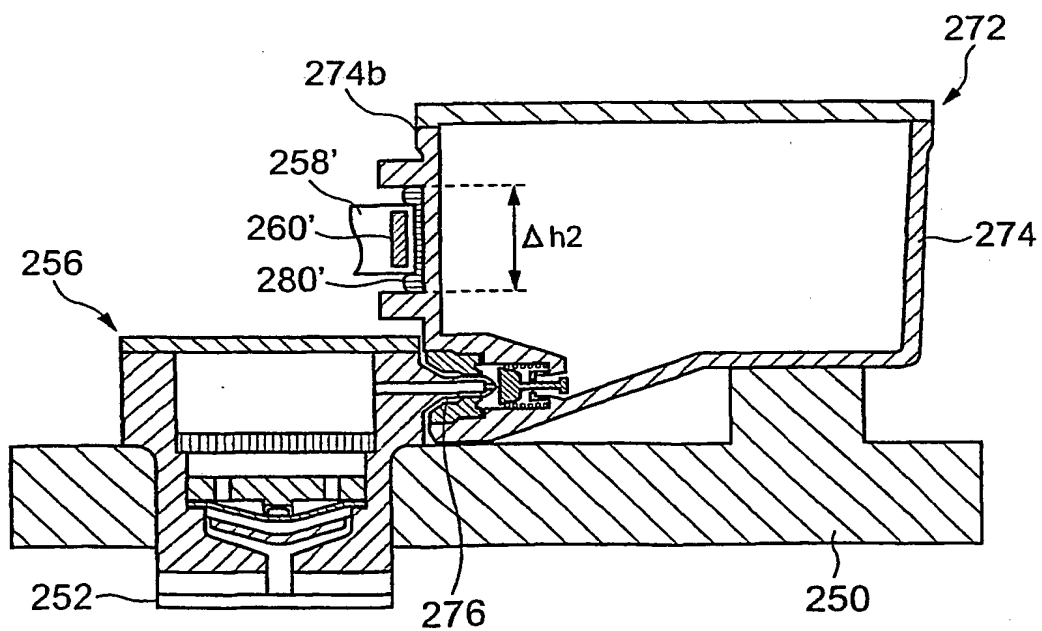


FIG.18

13/72

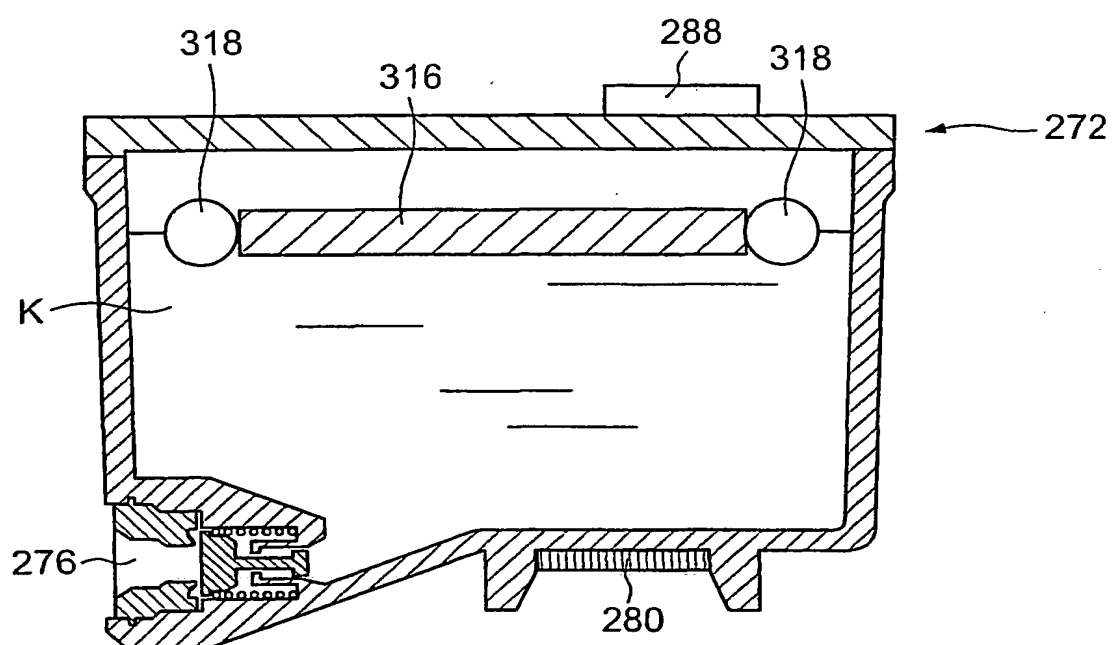


FIG.19

14 / 72

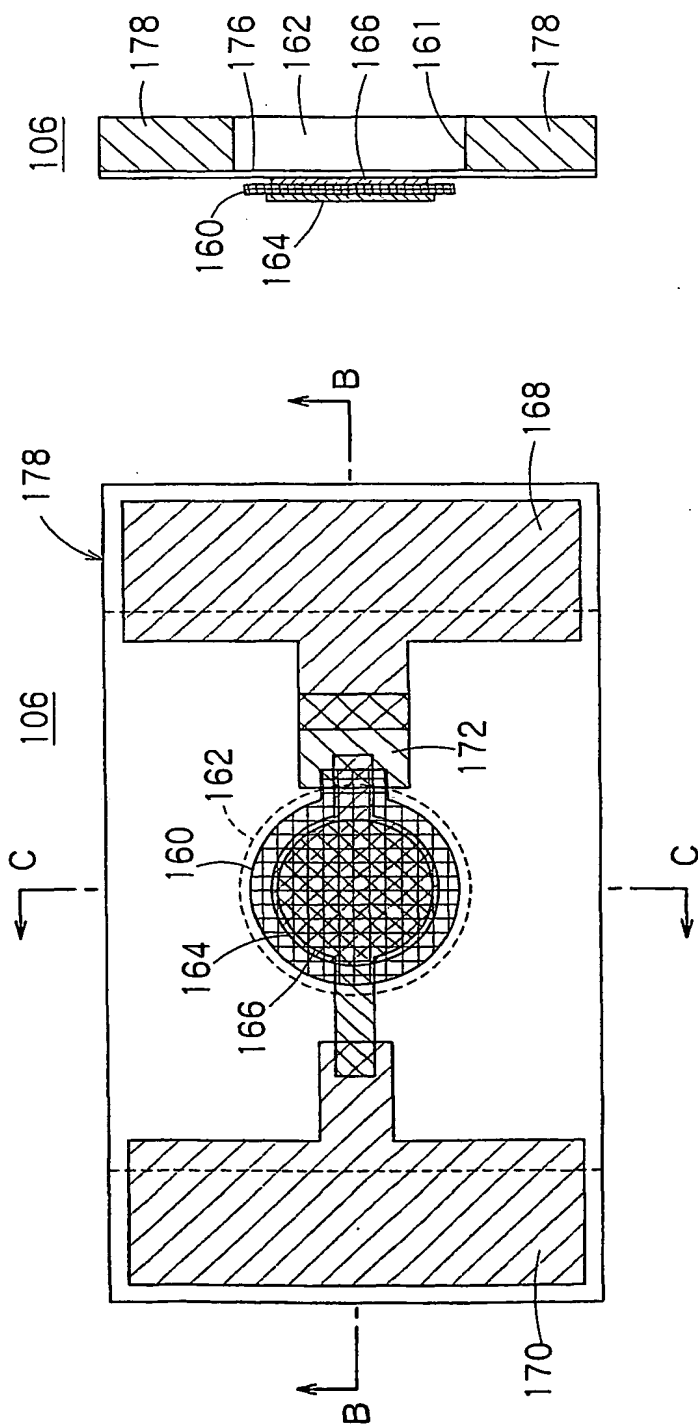


FIG. 20A

FIG. 20C

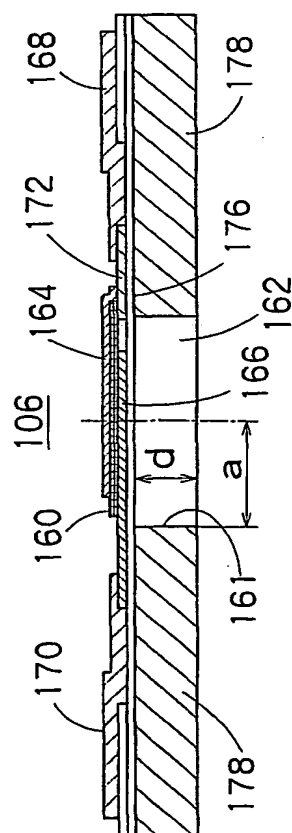
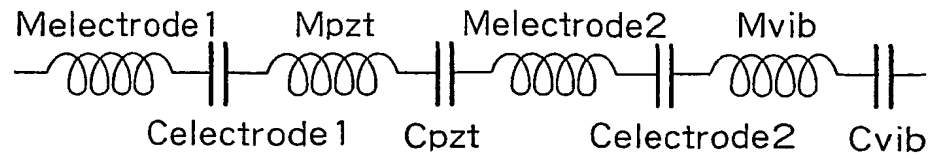


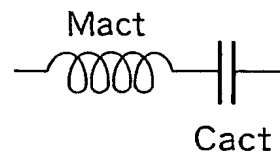
FIG. 20B

15/72

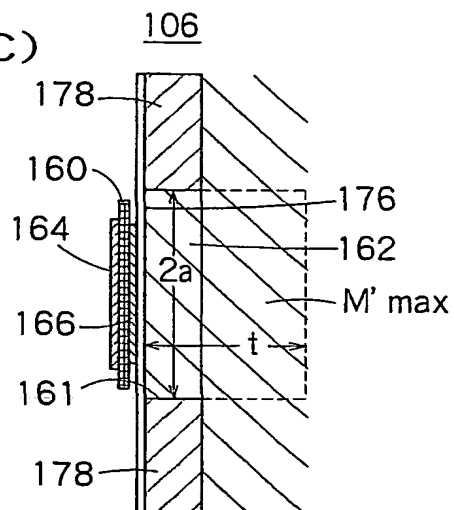
(A)



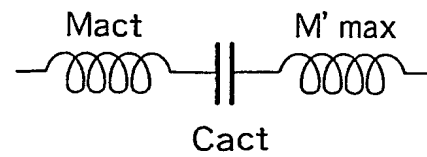
(B)



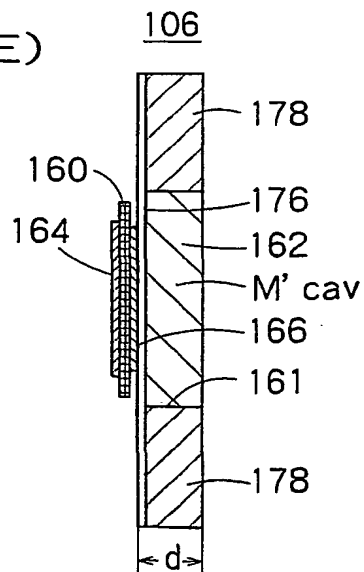
(C)



(D)



(E)



(F)

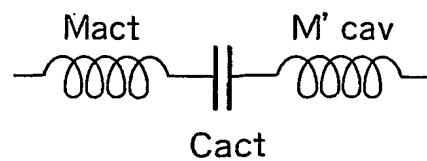


FIG. 21

16/72

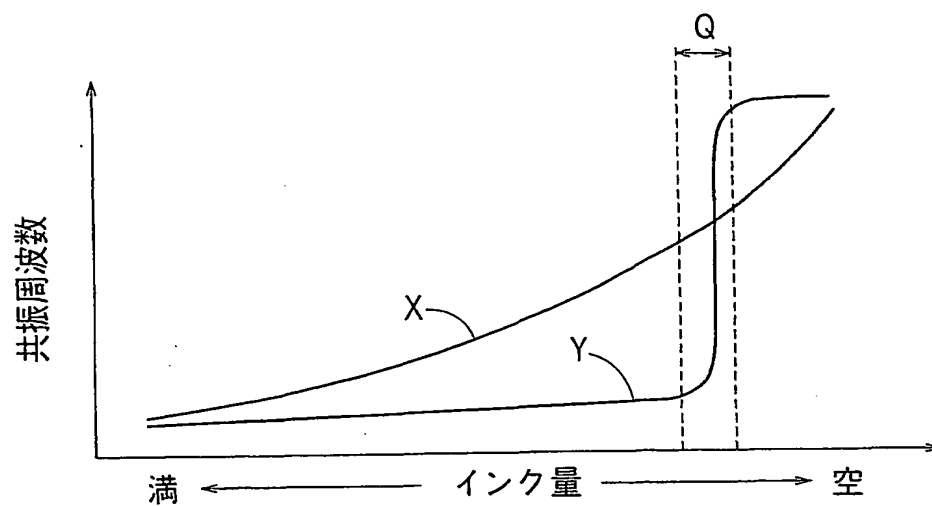


FIG. 22A

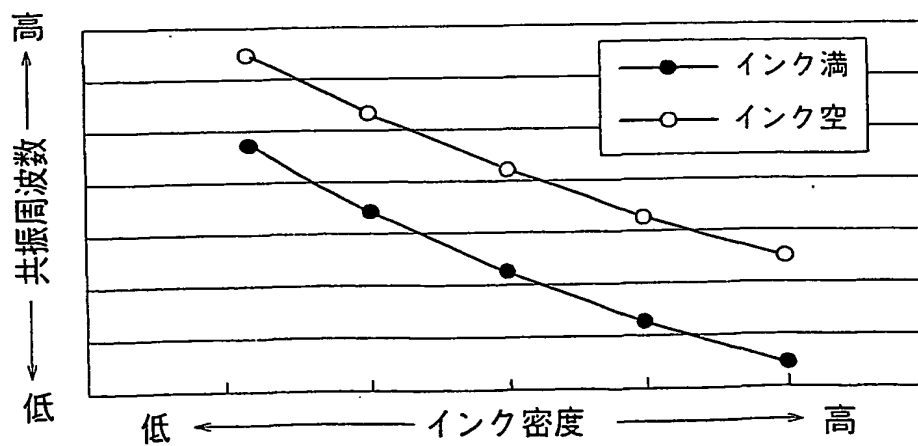


FIG. 22B

17/72

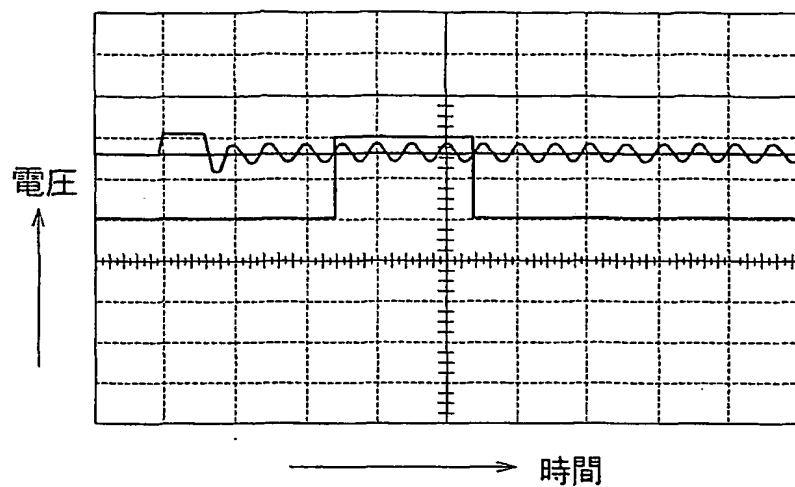


FIG. 23A

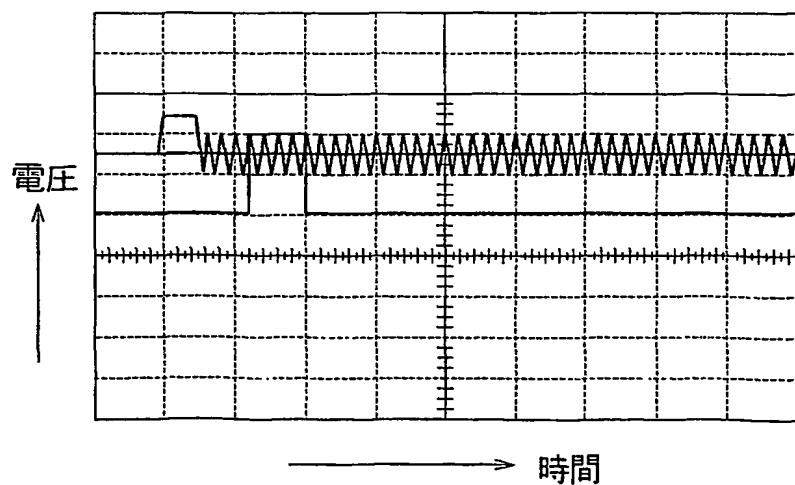


FIG. 23B

18/72

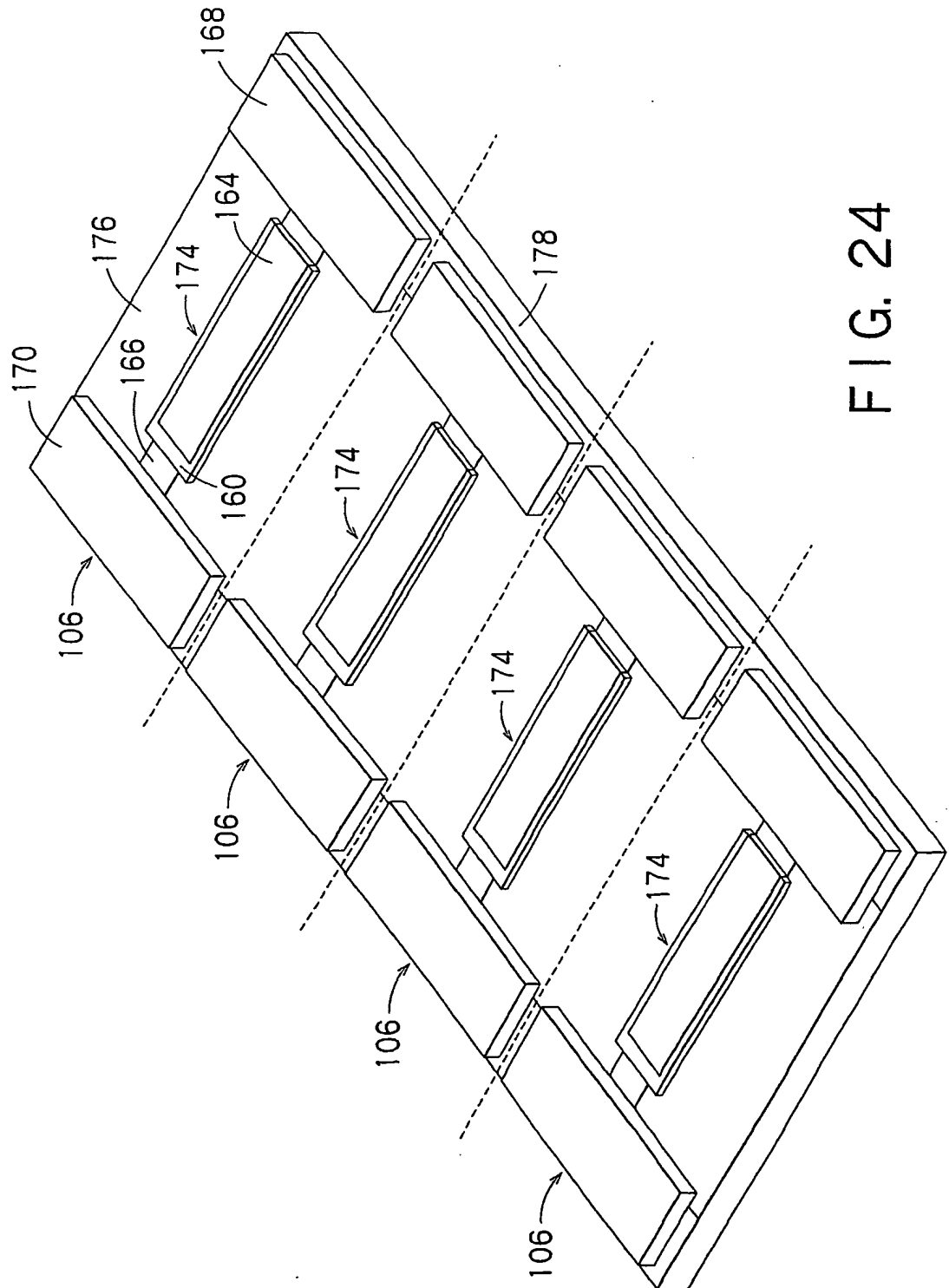


FIG. 24

19 / 72

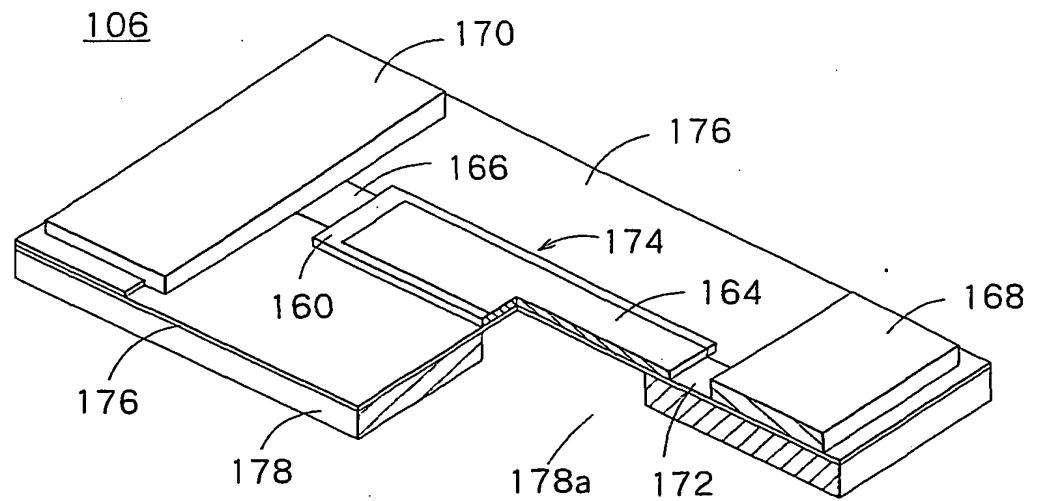
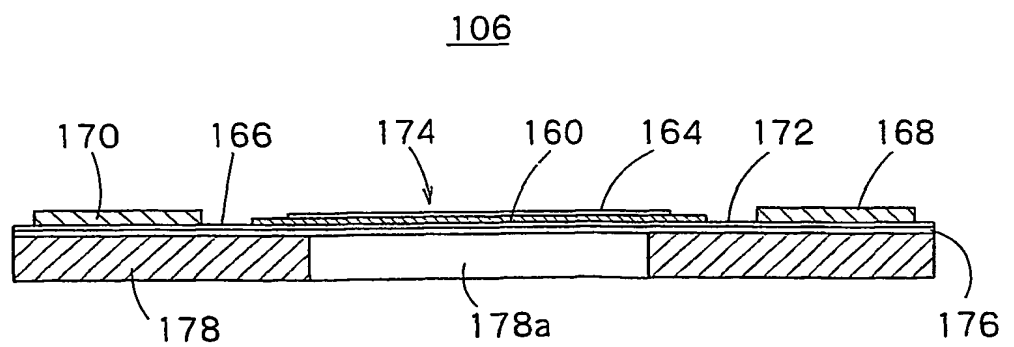


FIG. 25



F I G. 26



20/72

106

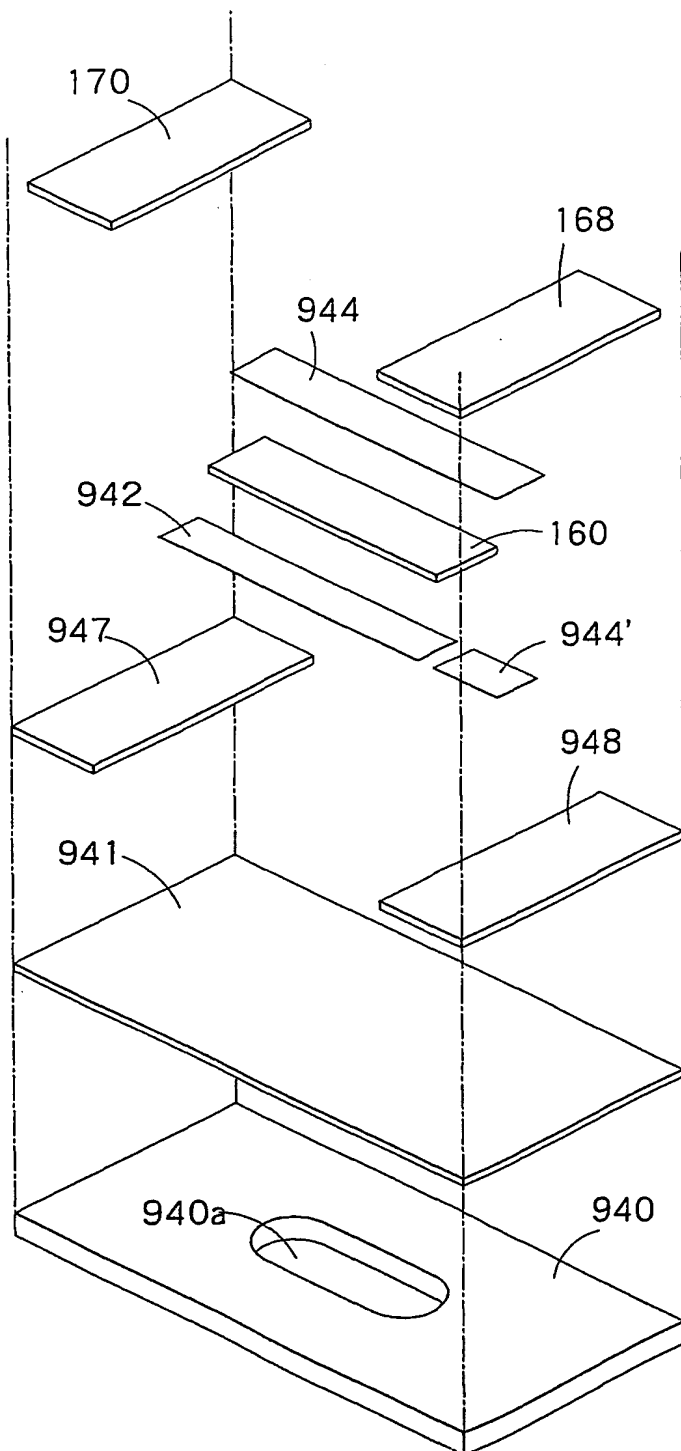


FIG. 27

21/72

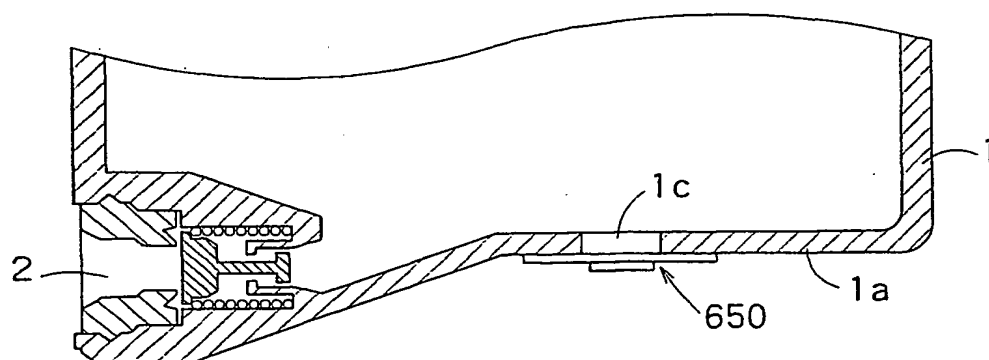


FIG. 28A

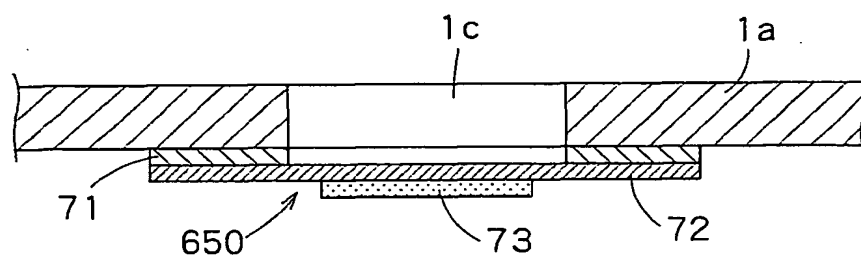


FIG. 28B

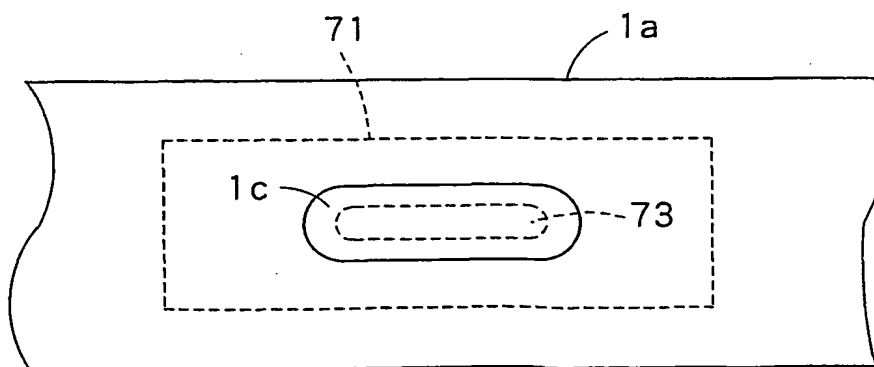


FIG. 28C

22/72

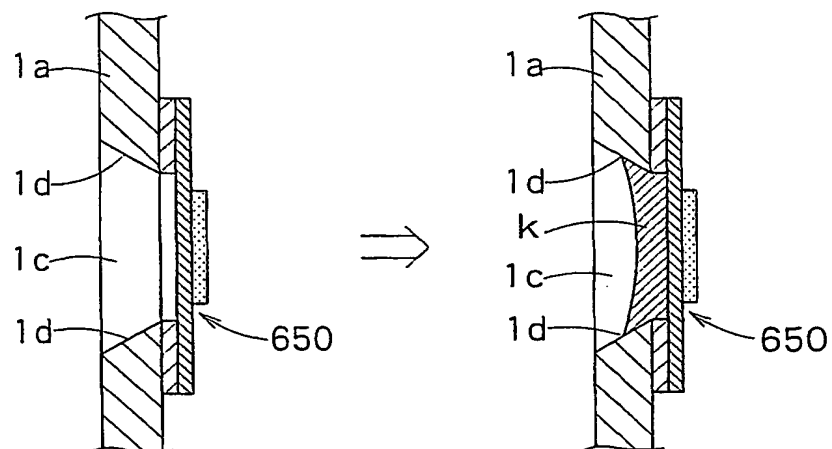


FIG. 29A

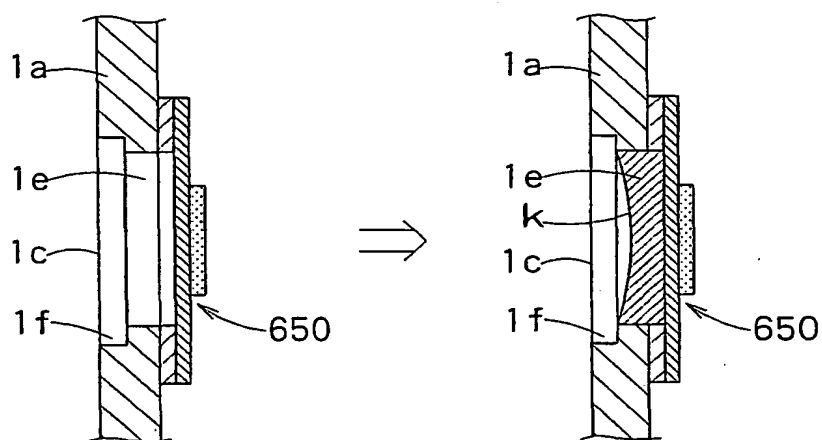


FIG. 29B

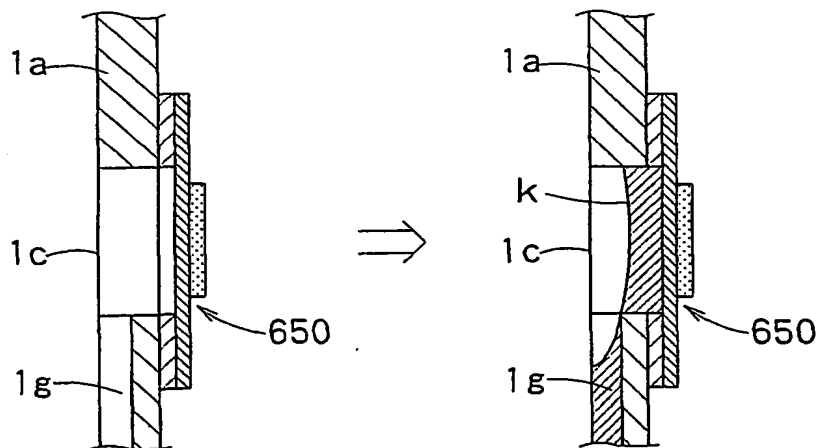


FIG. 29C

23/72

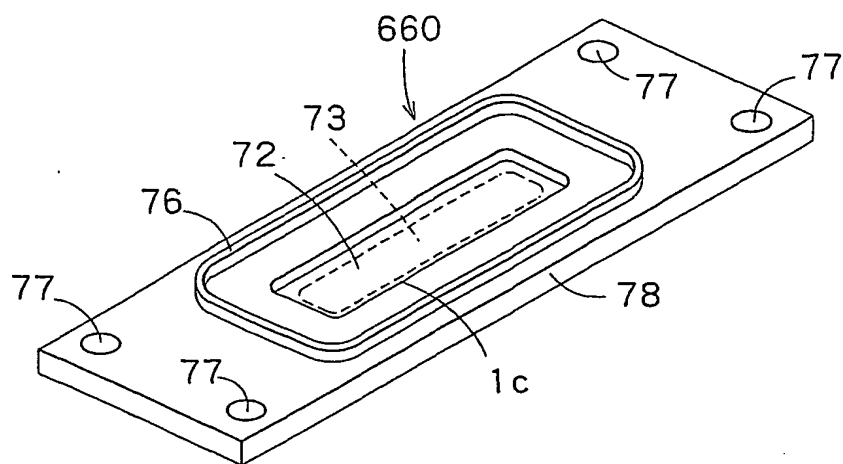


FIG. 30

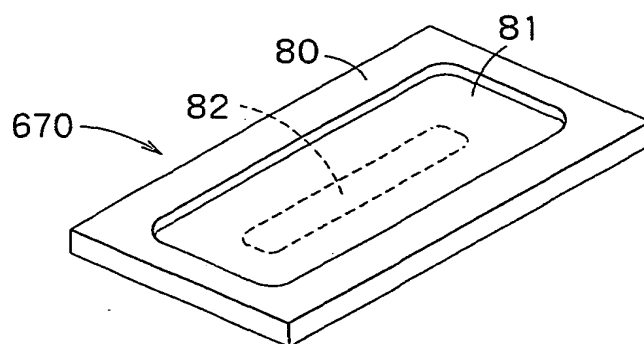


FIG. 31A

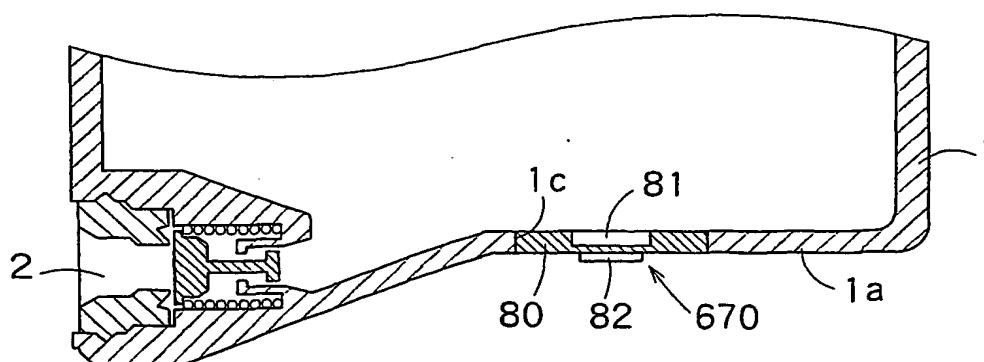


FIG. 31B

24/72

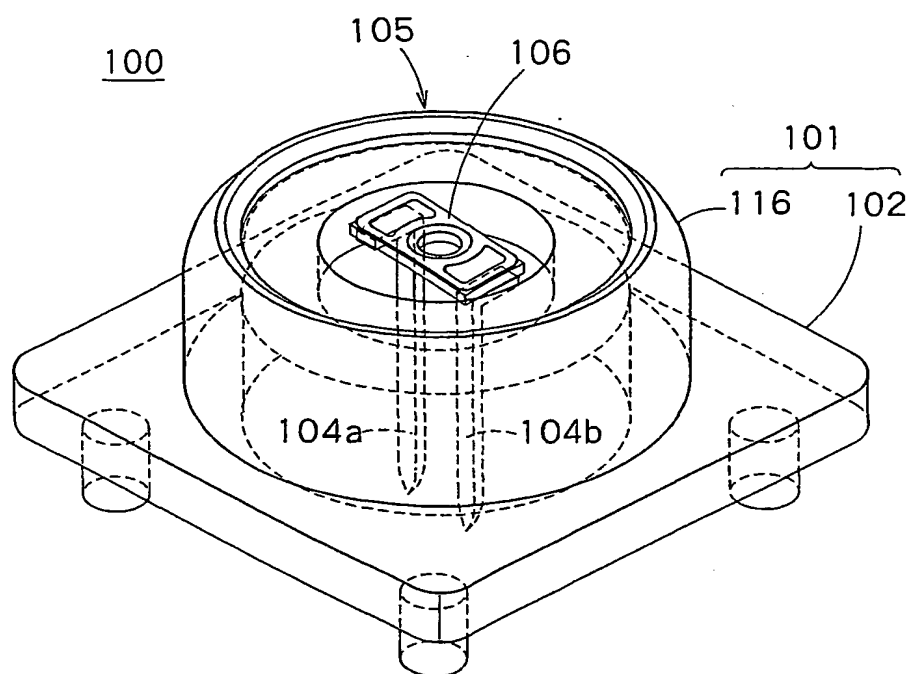


FIG. 32

25/72

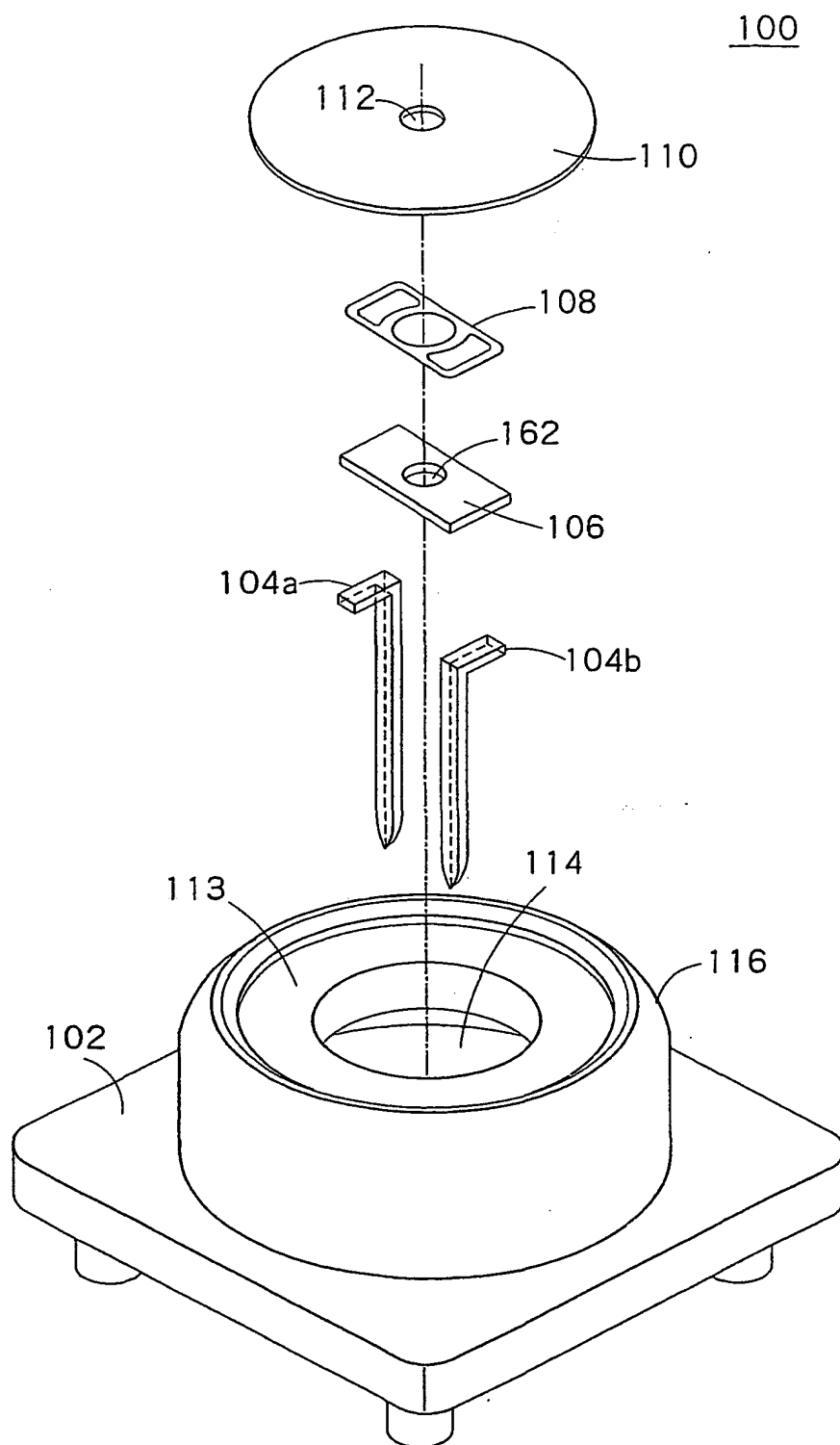


FIG. 33

26/72

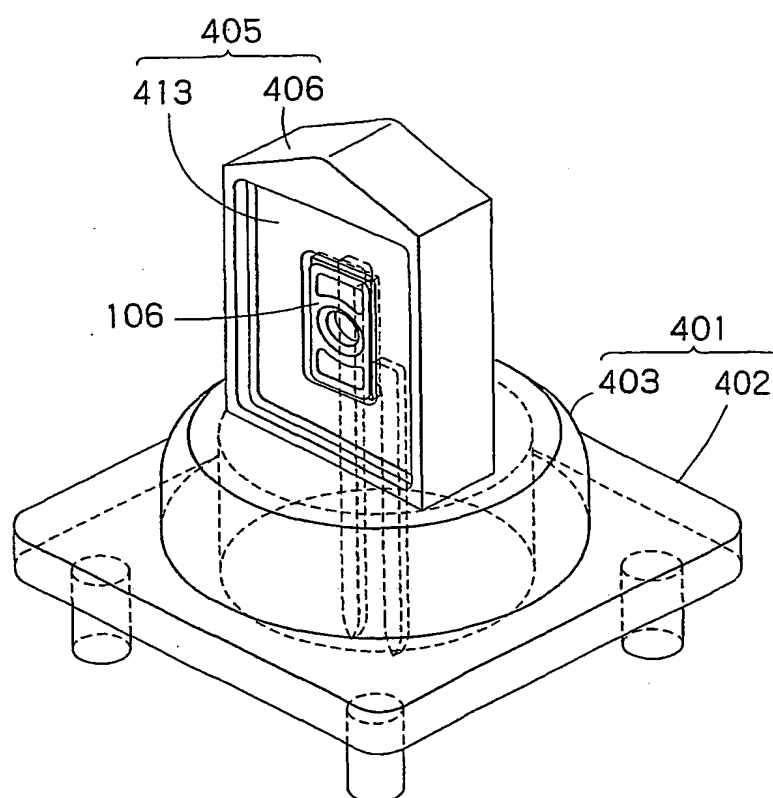
400

FIG. 34

27/72

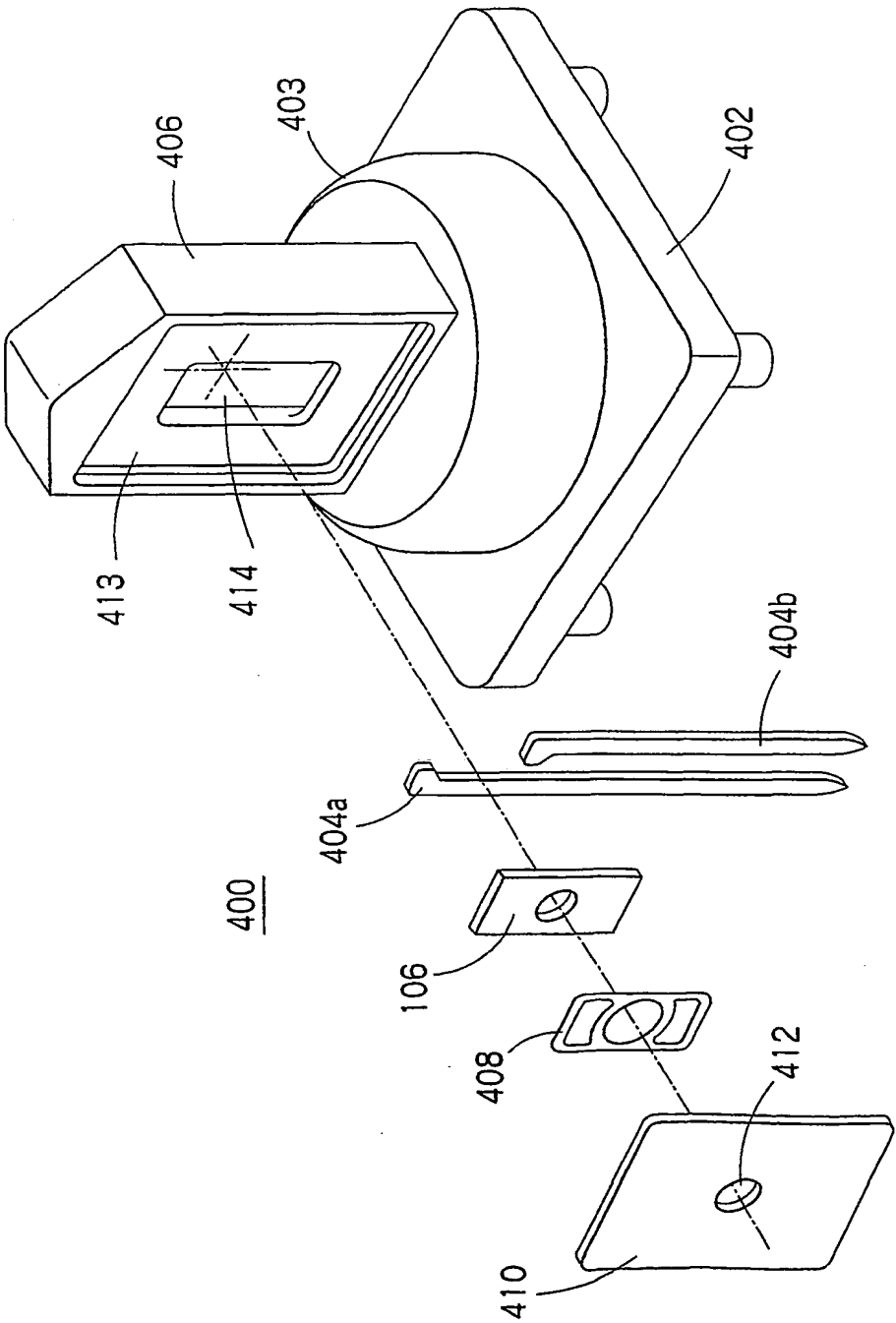


FIG. 35



28/72

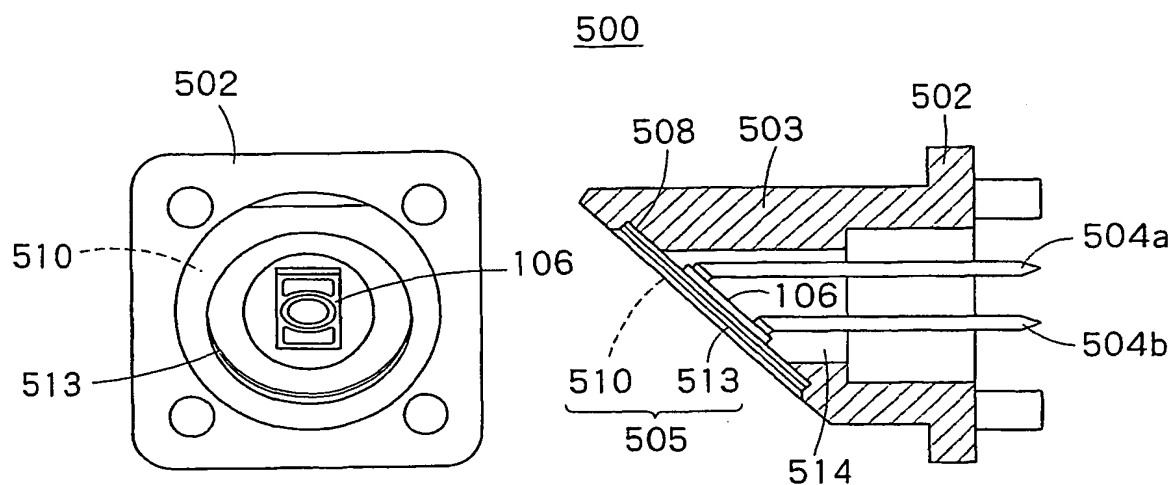


FIG. 36A

FIG. 36C

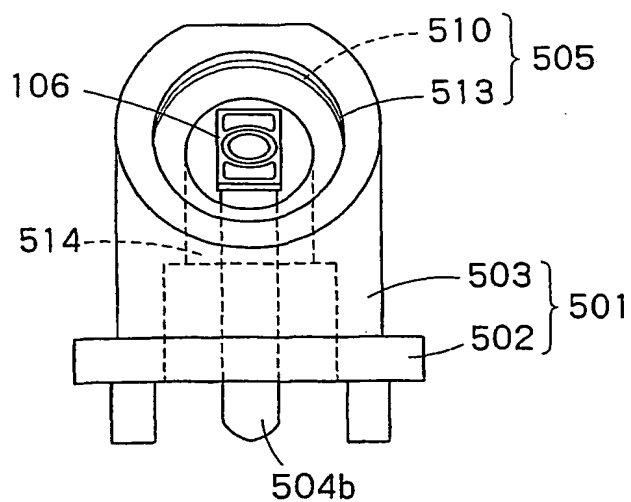


FIG. 36B

29/72

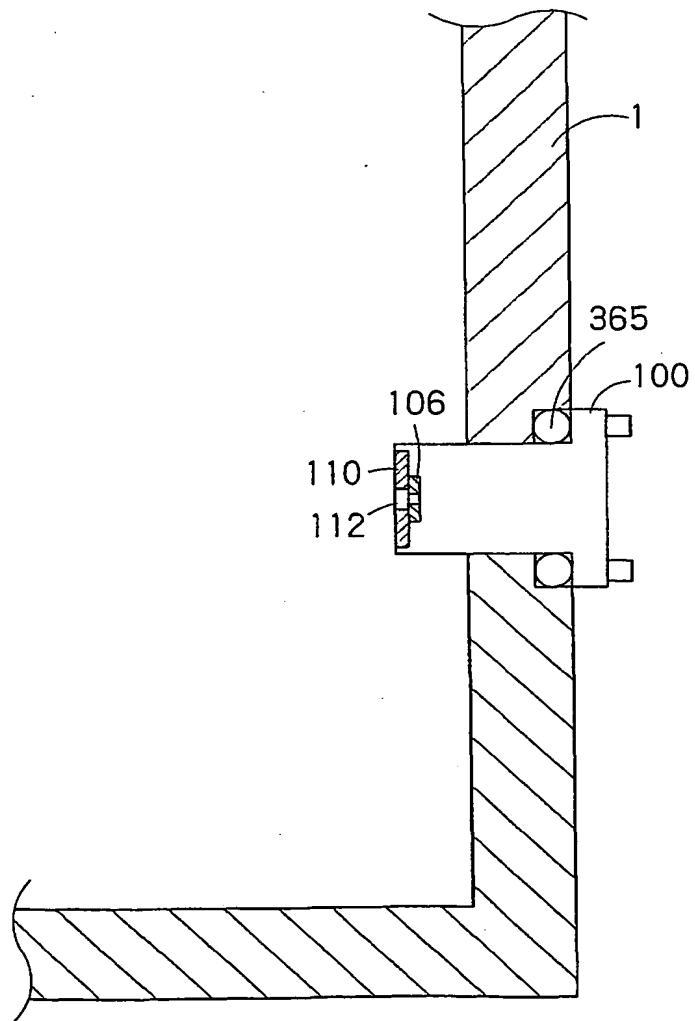
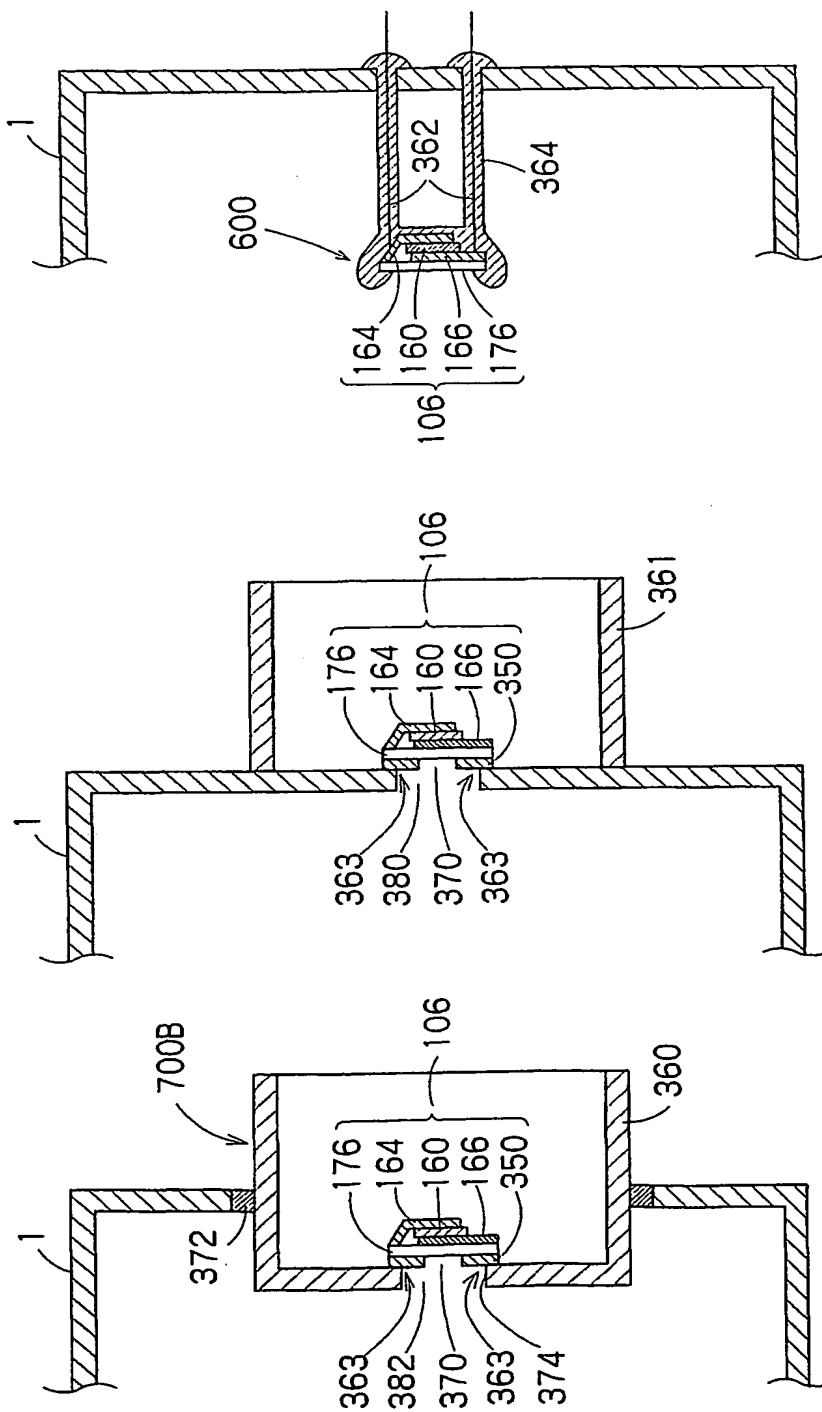


FIG. 37

30/72



31 / 72

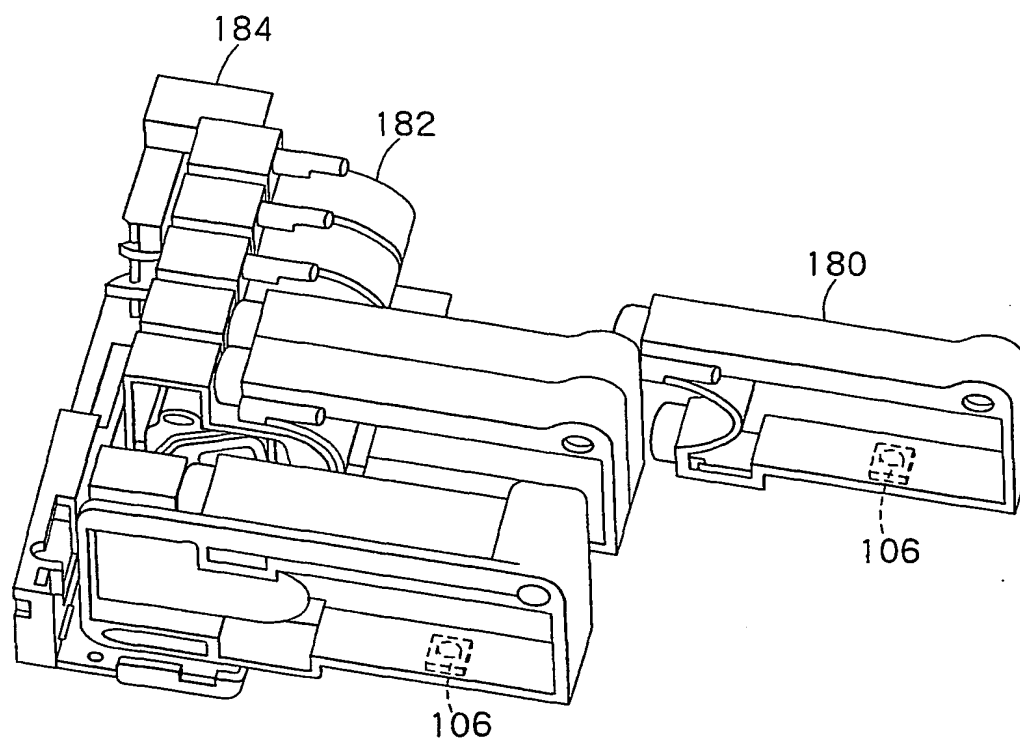


FIG. 39

32 / 72

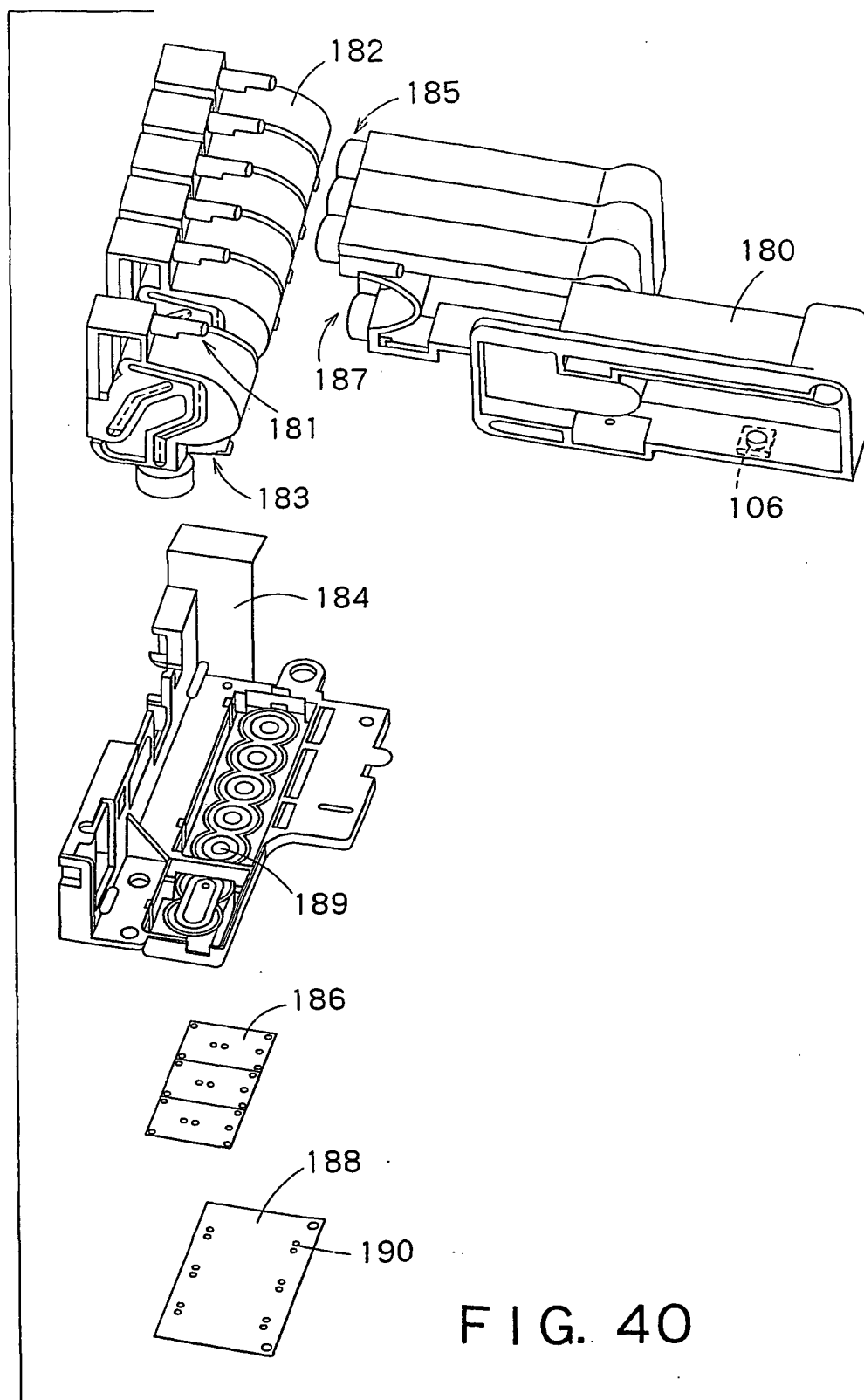


FIG. 40

33/72

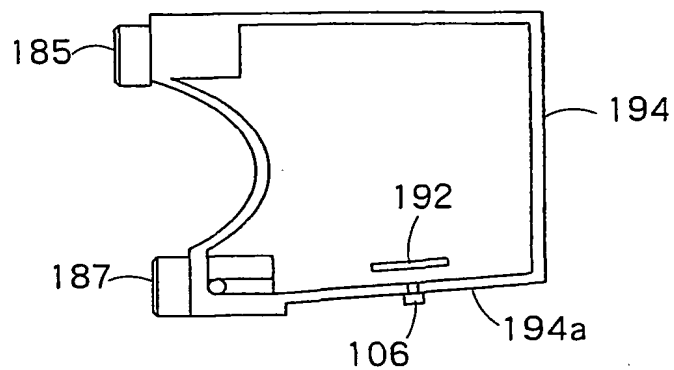
180A

FIG. 41A

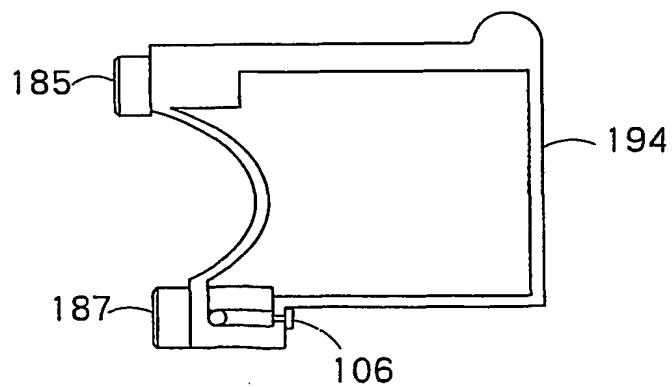
180B

FIG. 41B

34/72

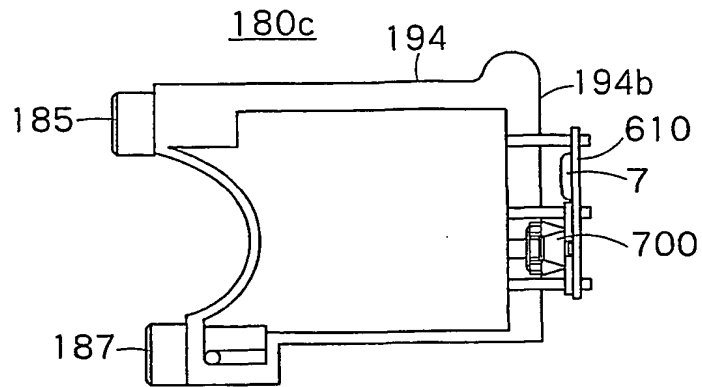


FIG. 42A

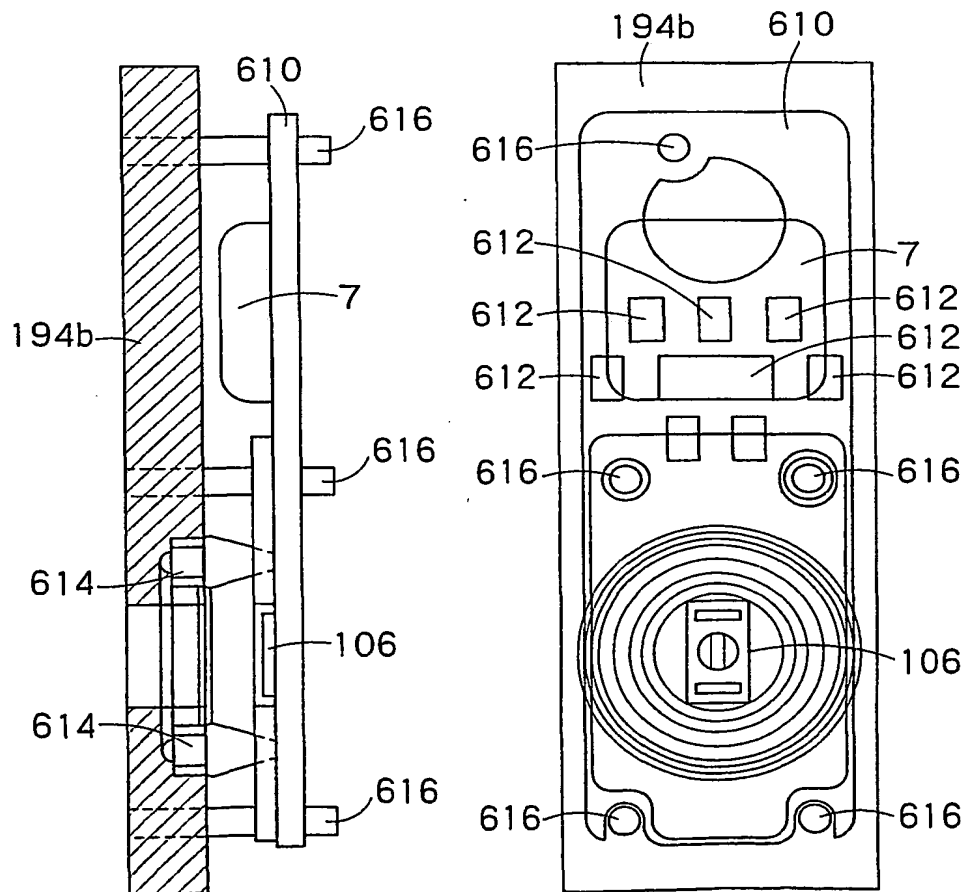


FIG. 42B

FIG. 42C

35/72

180D

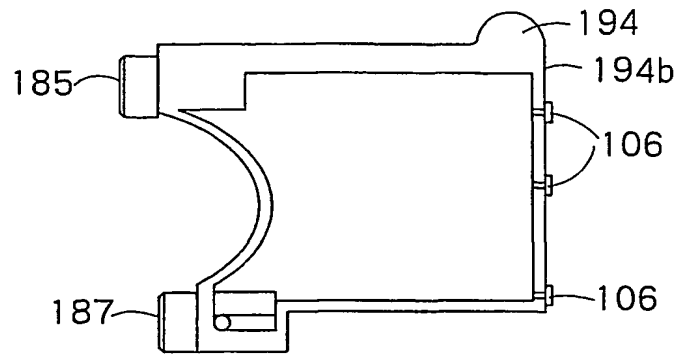


FIG. 43A

180E

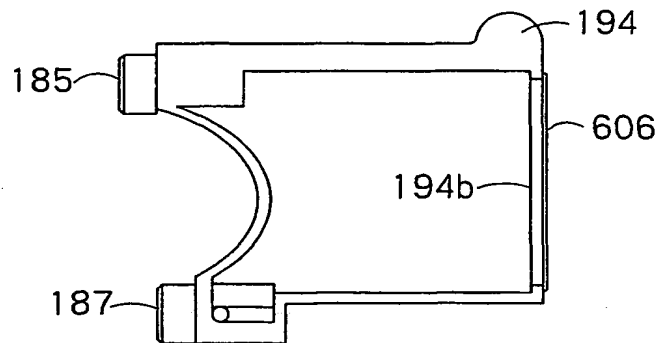


FIG. 43B

180F

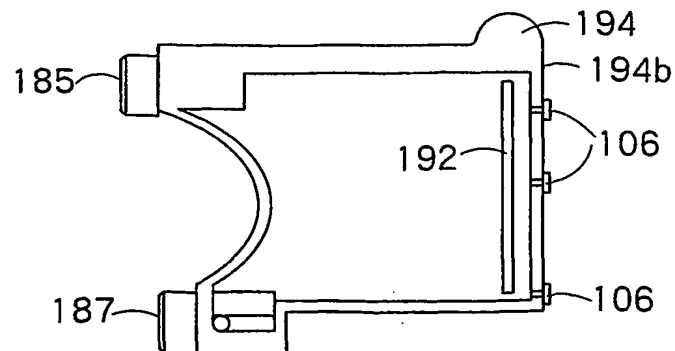


FIG. 43C



36/72

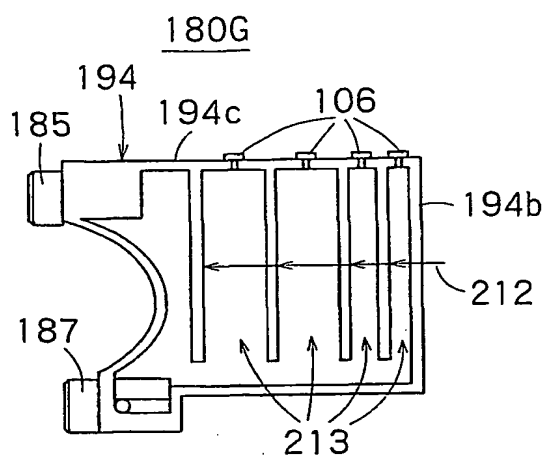


FIG. 44A

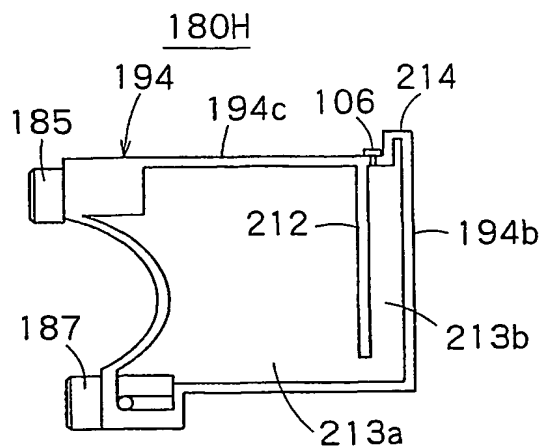


FIG. 44B

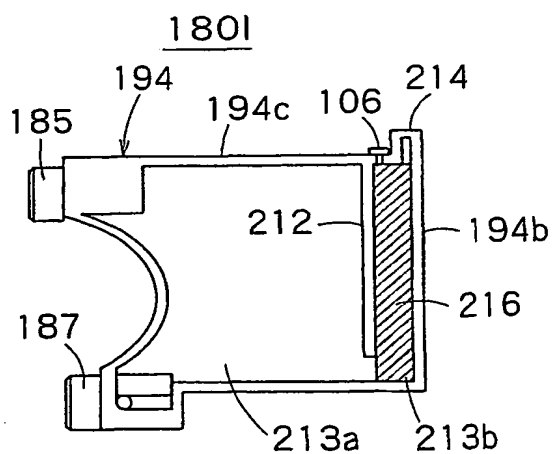


FIG. 44C

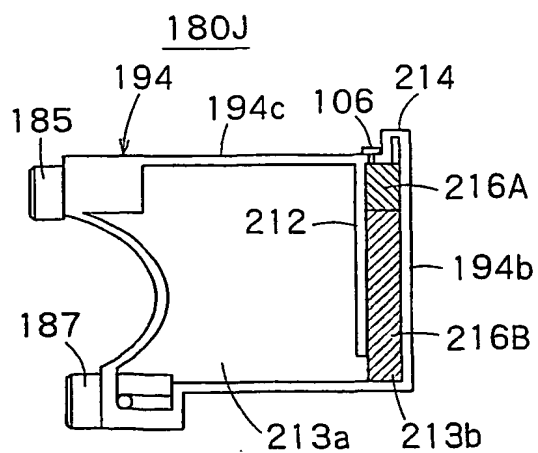


FIG. 44D

37/72

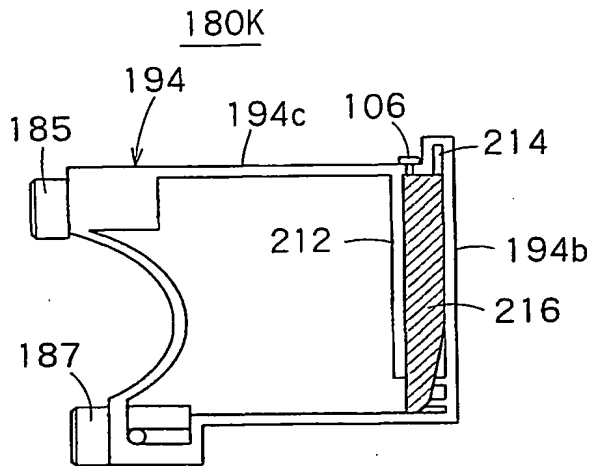


FIG. 45A

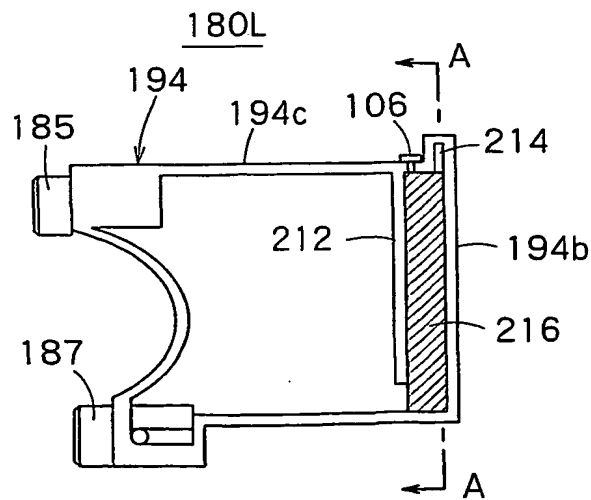


FIG. 45B

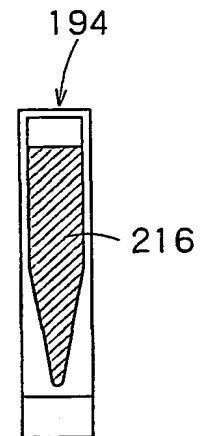


FIG. 45C

38/72

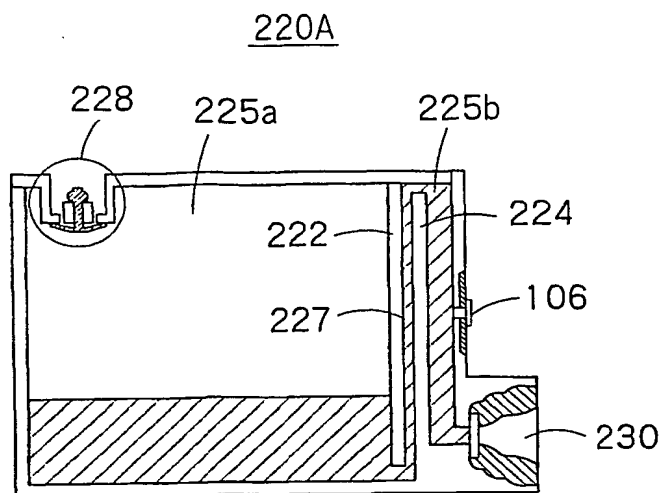


FIG. 46A

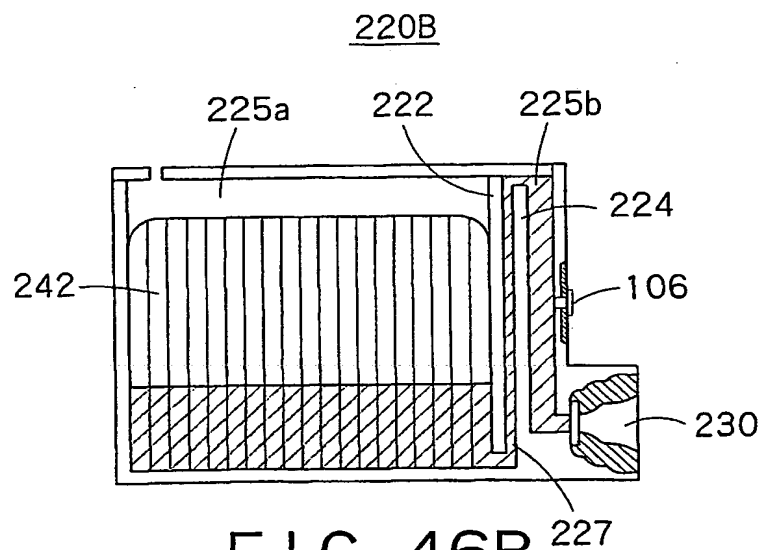


FIG. 46B

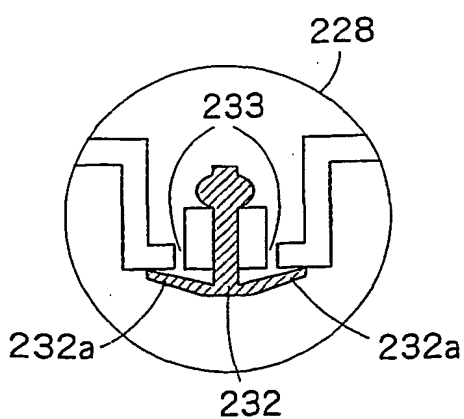


FIG. 46C

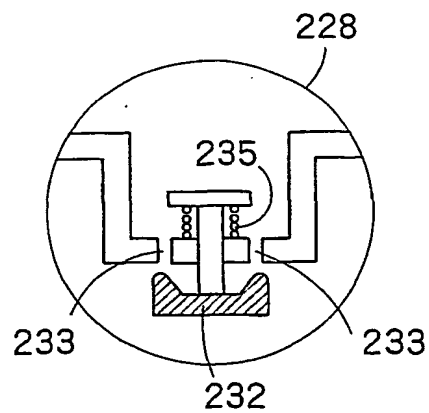


FIG. 46D

39/72

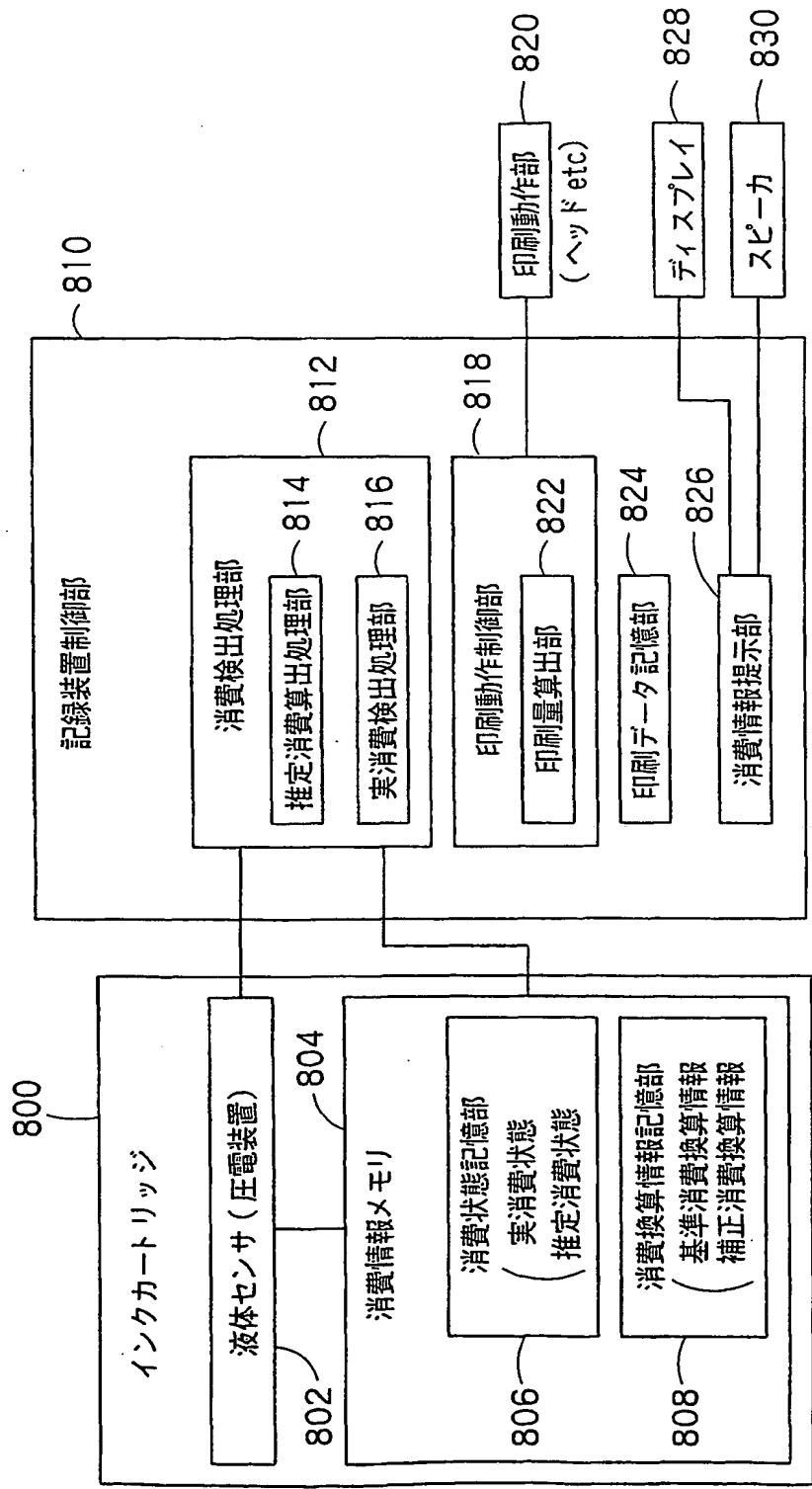


FIG. 47

40/72

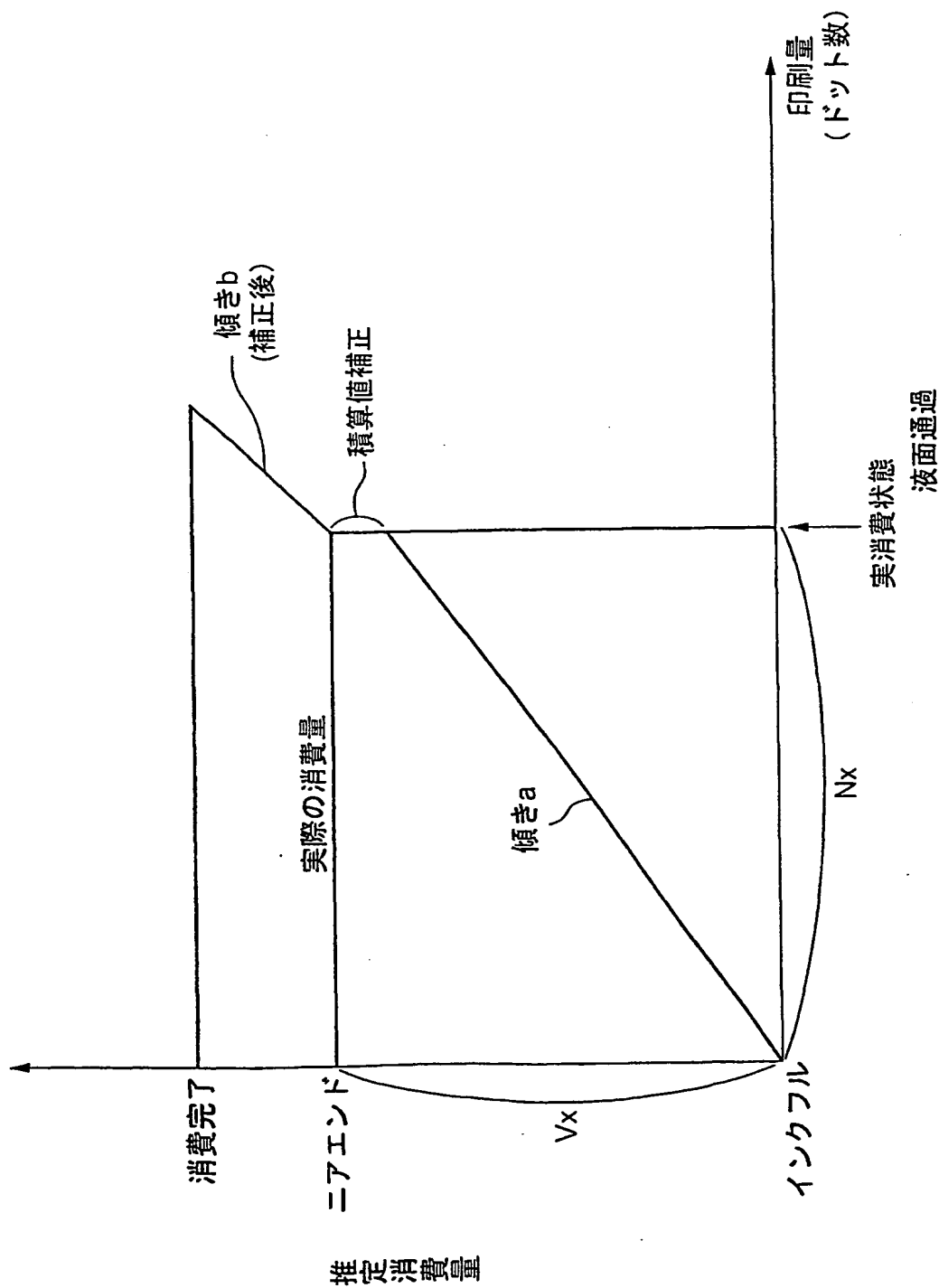


FIG.48

41/72

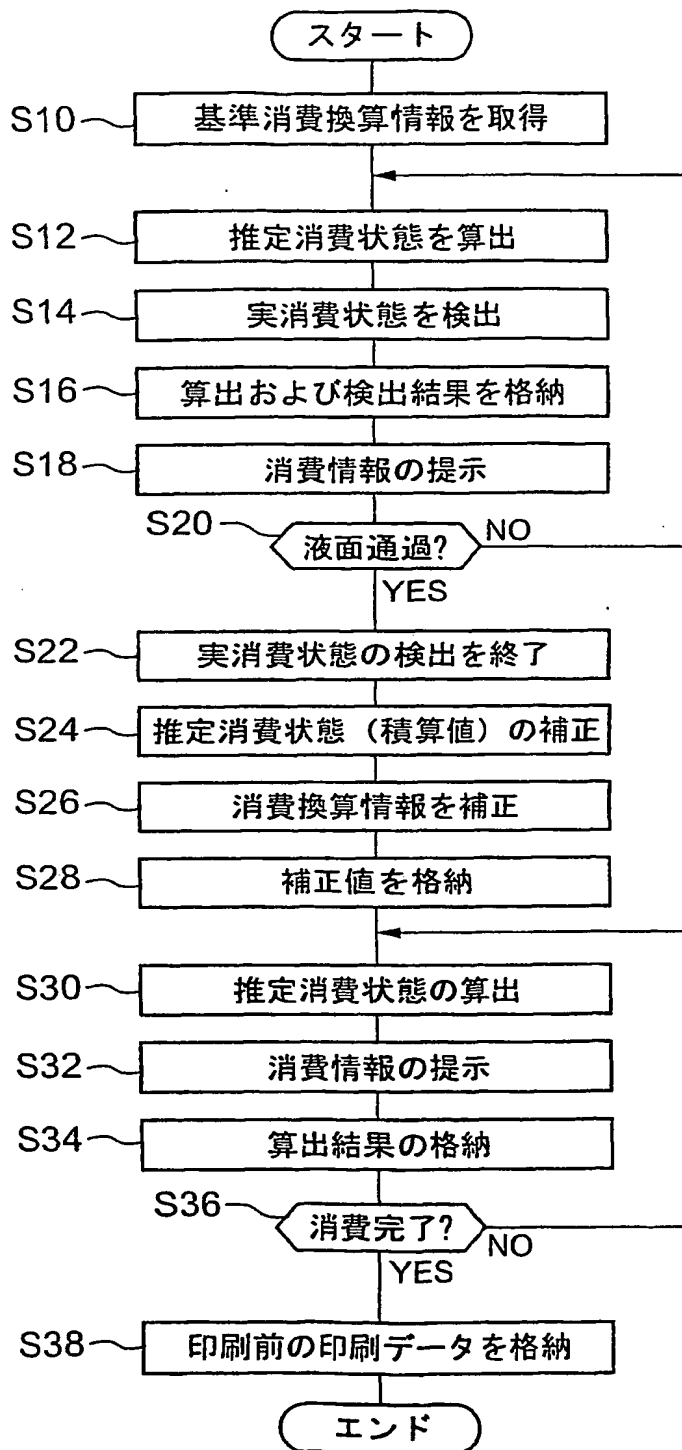


FIG.49

42/72

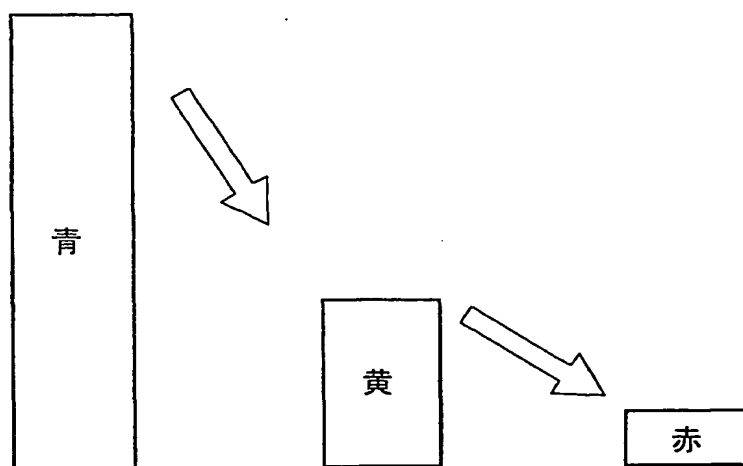


FIG.50

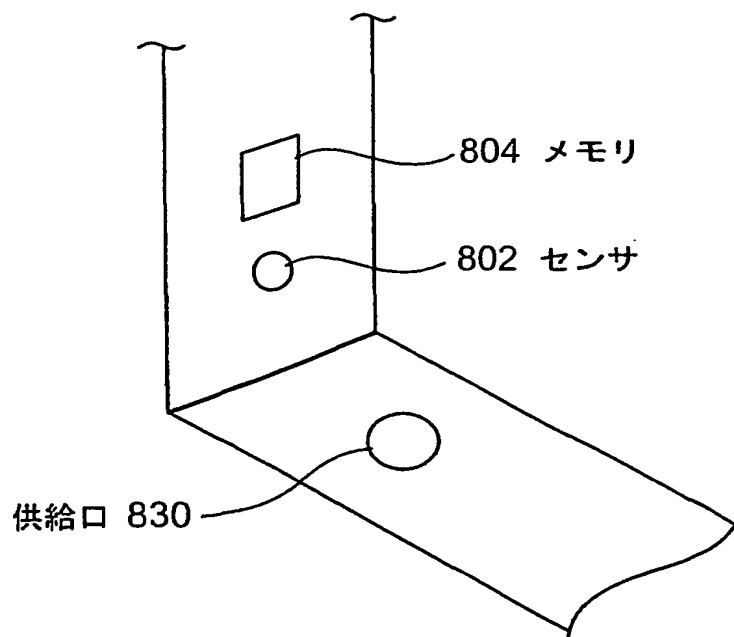


FIG.51

43/72

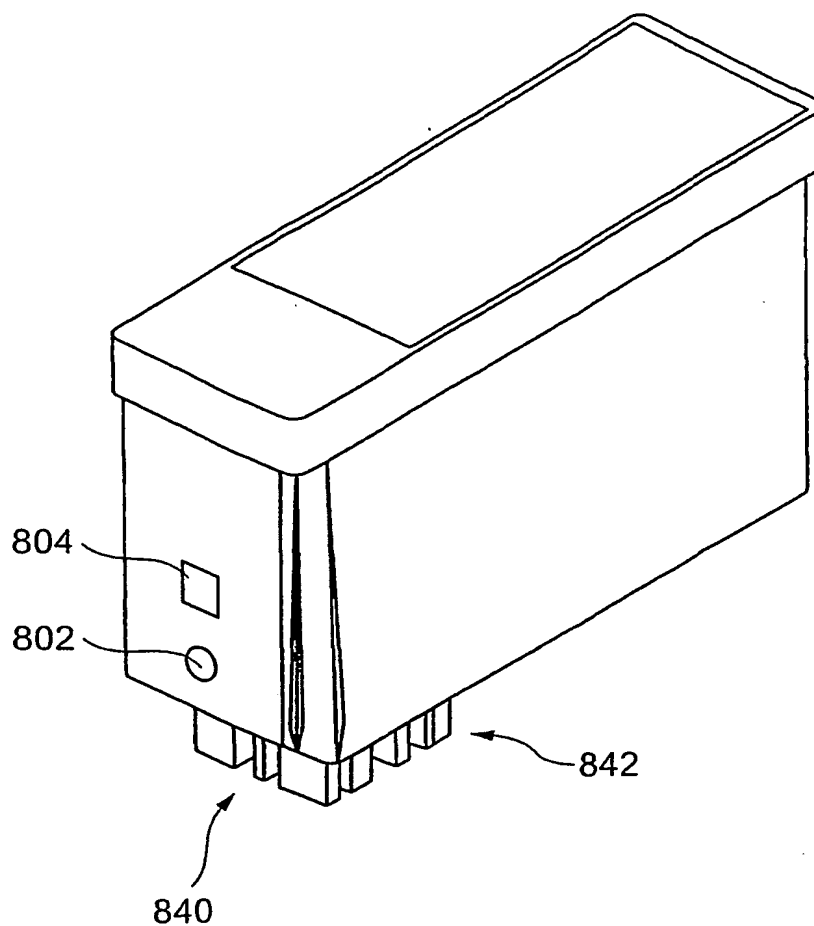


FIG. 52A

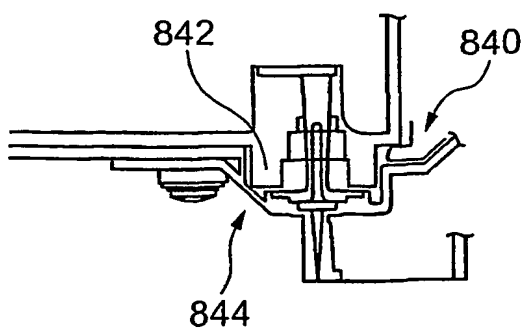


FIG. 52B



44 / 72

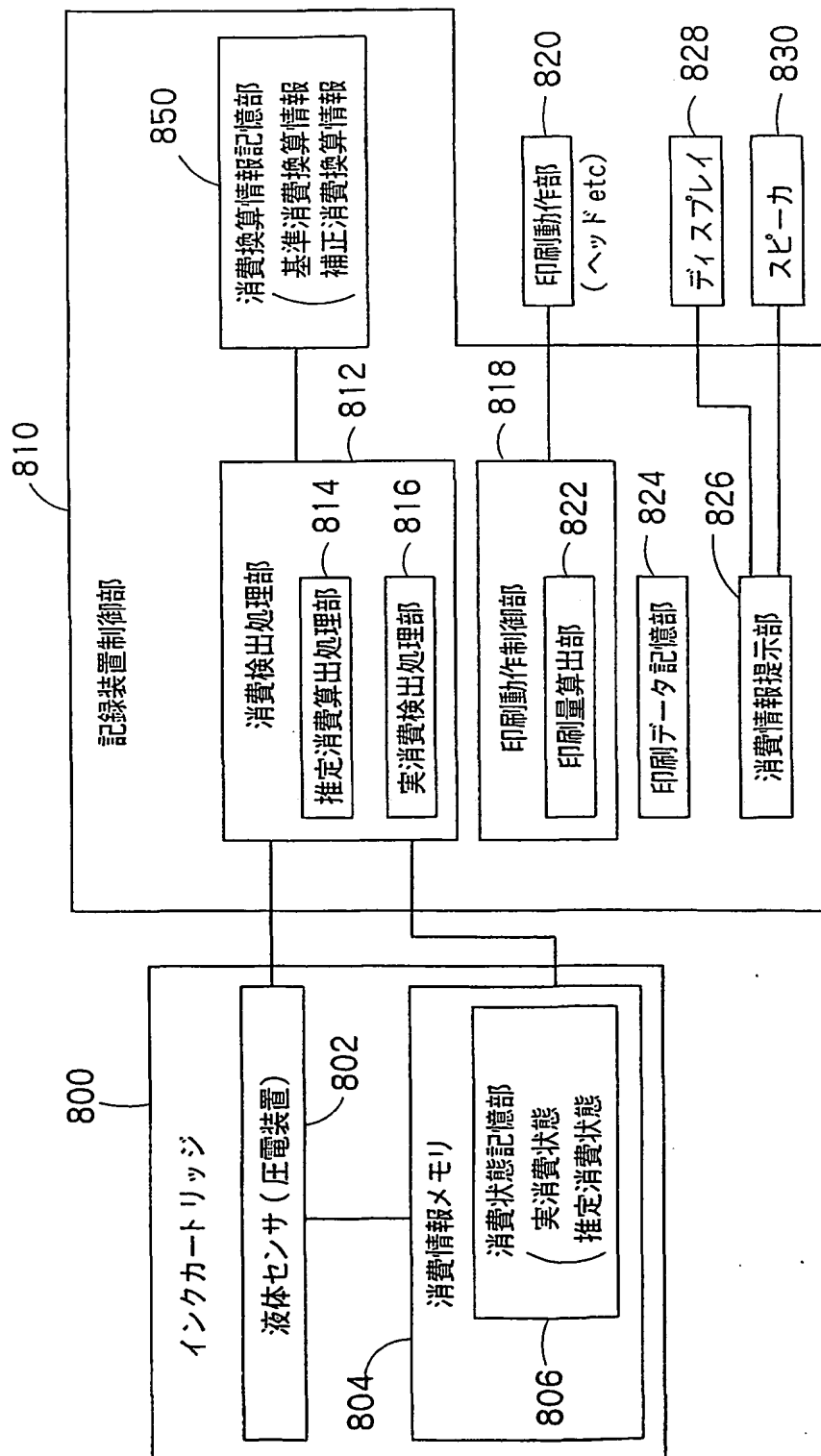


FIG. 53

45/72

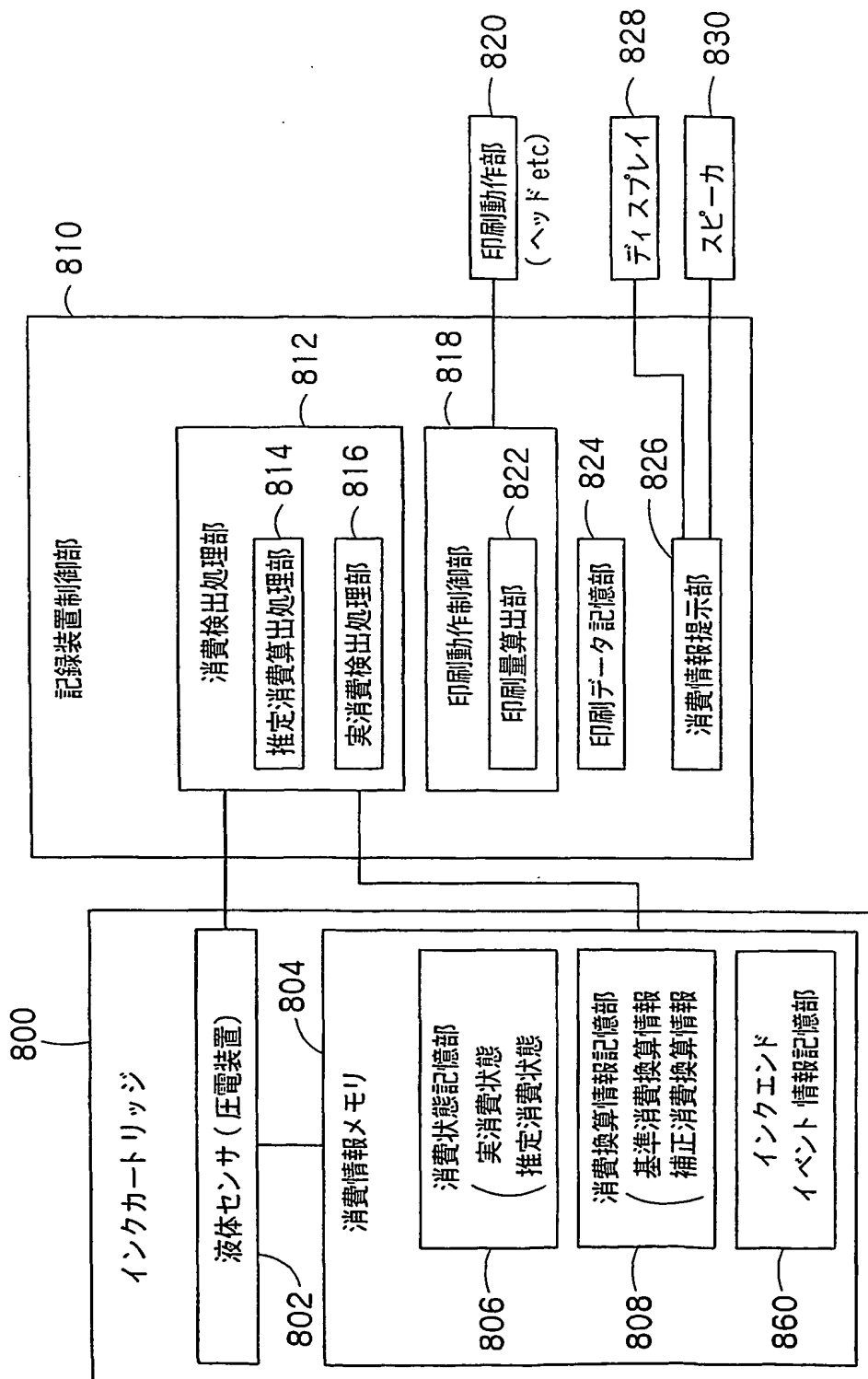


FIG. 54

46/72

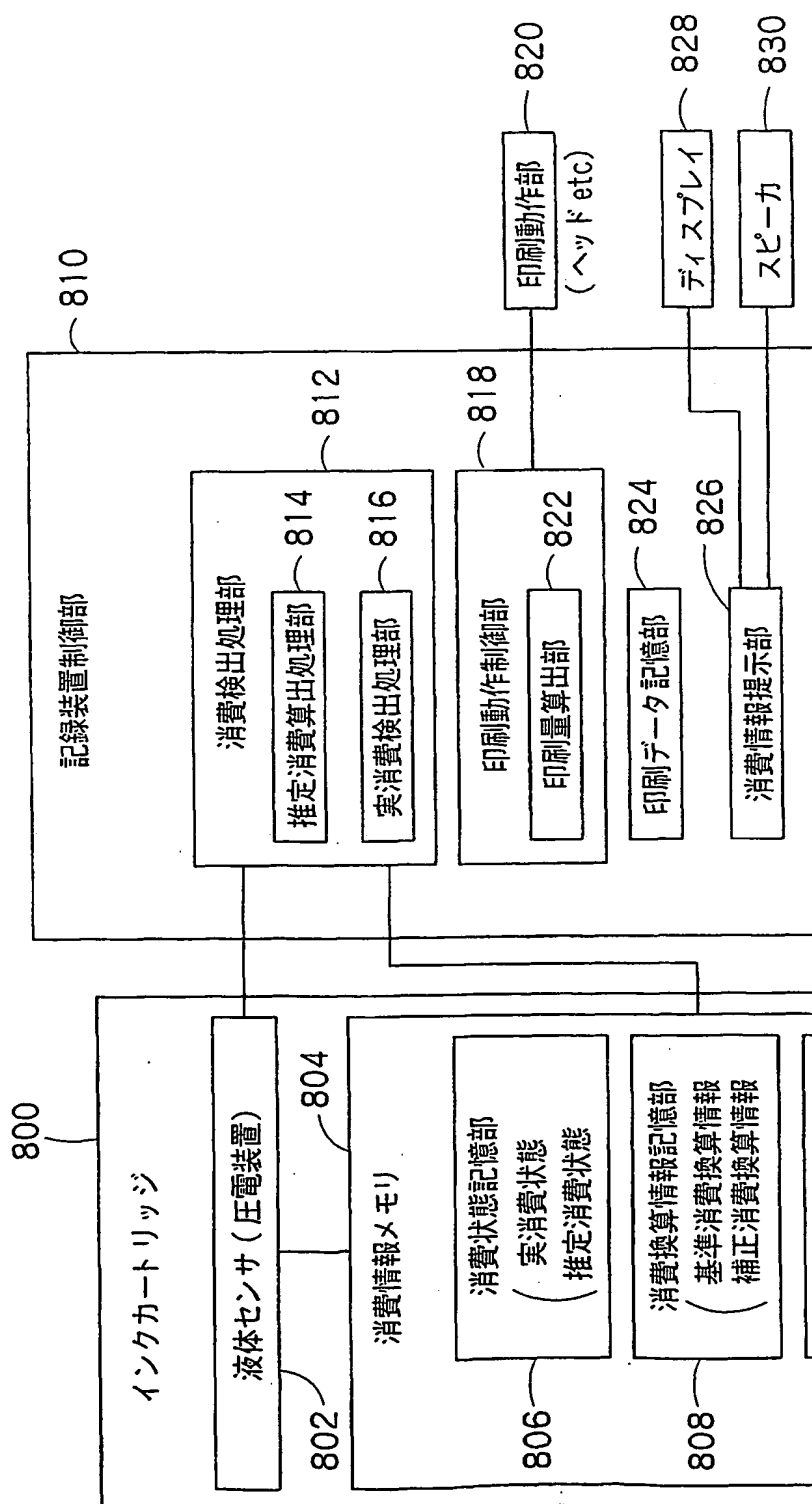


FIG. 55

47/72

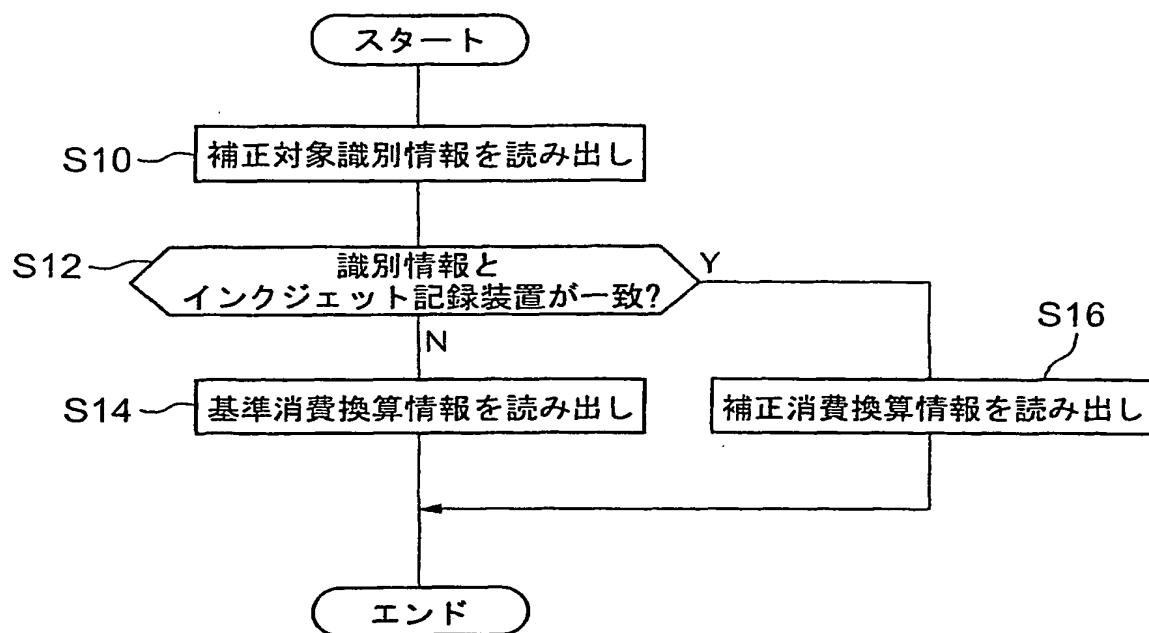


FIG.56

48/72

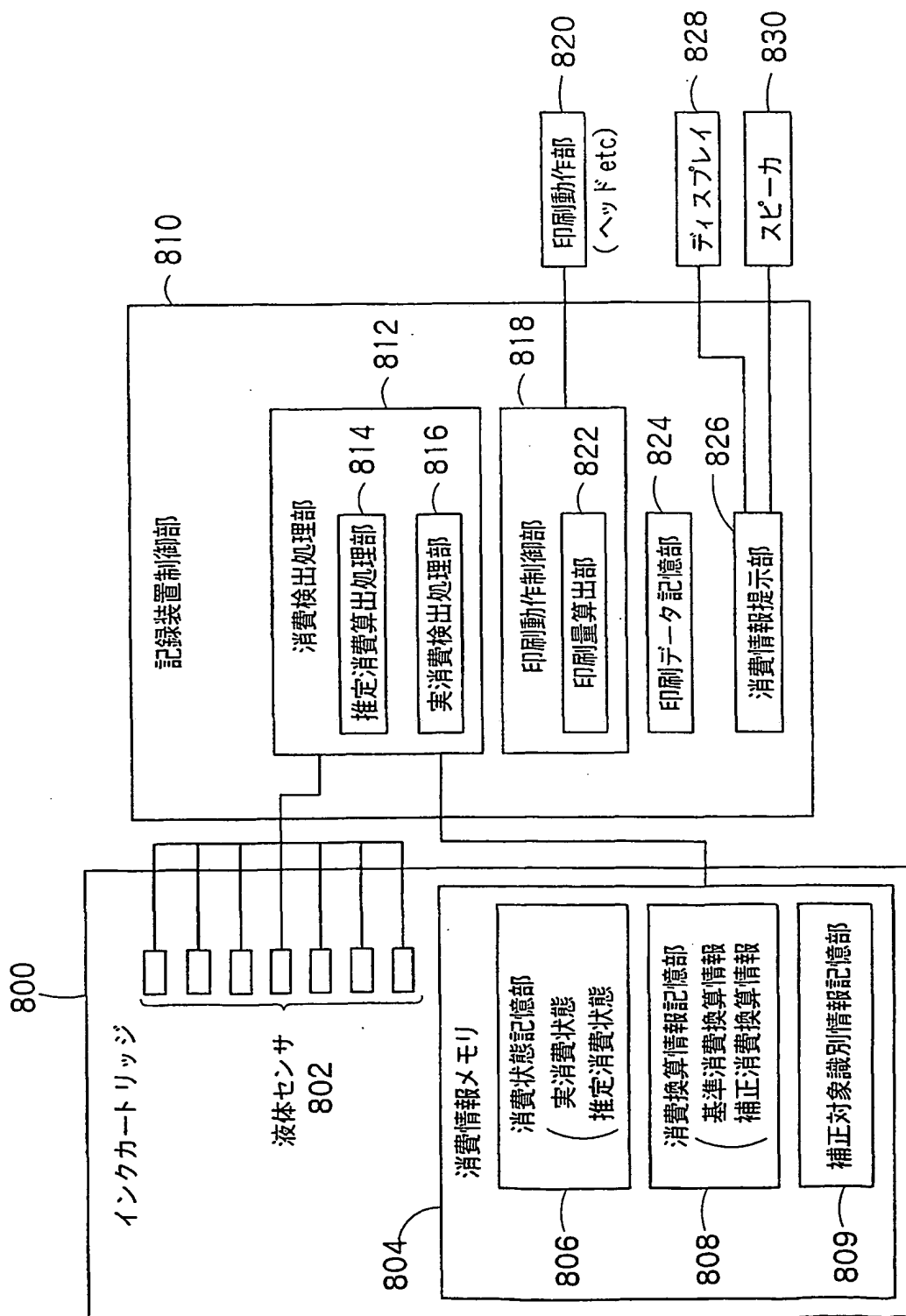


FIG. 57

49/72

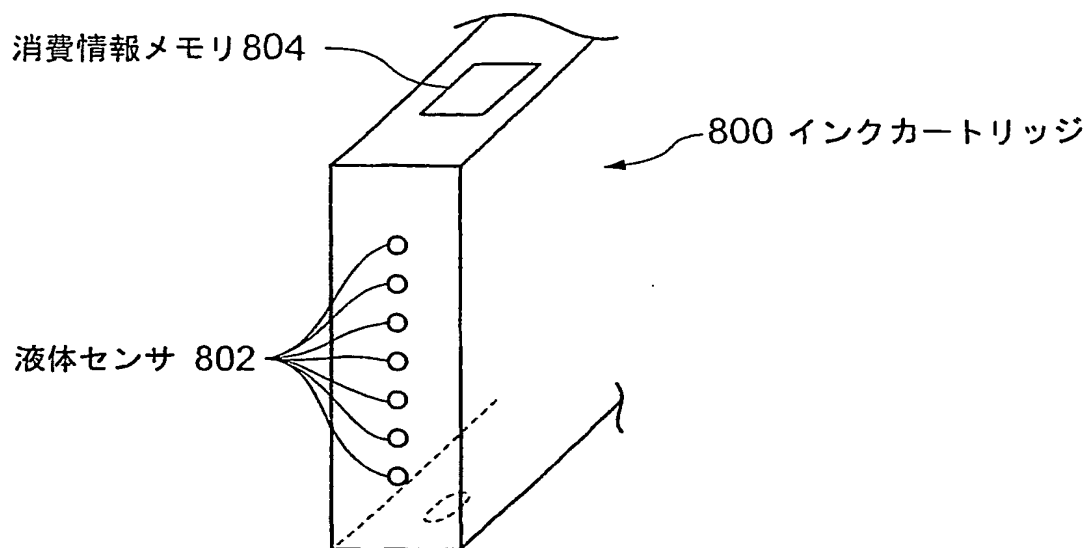


FIG.58

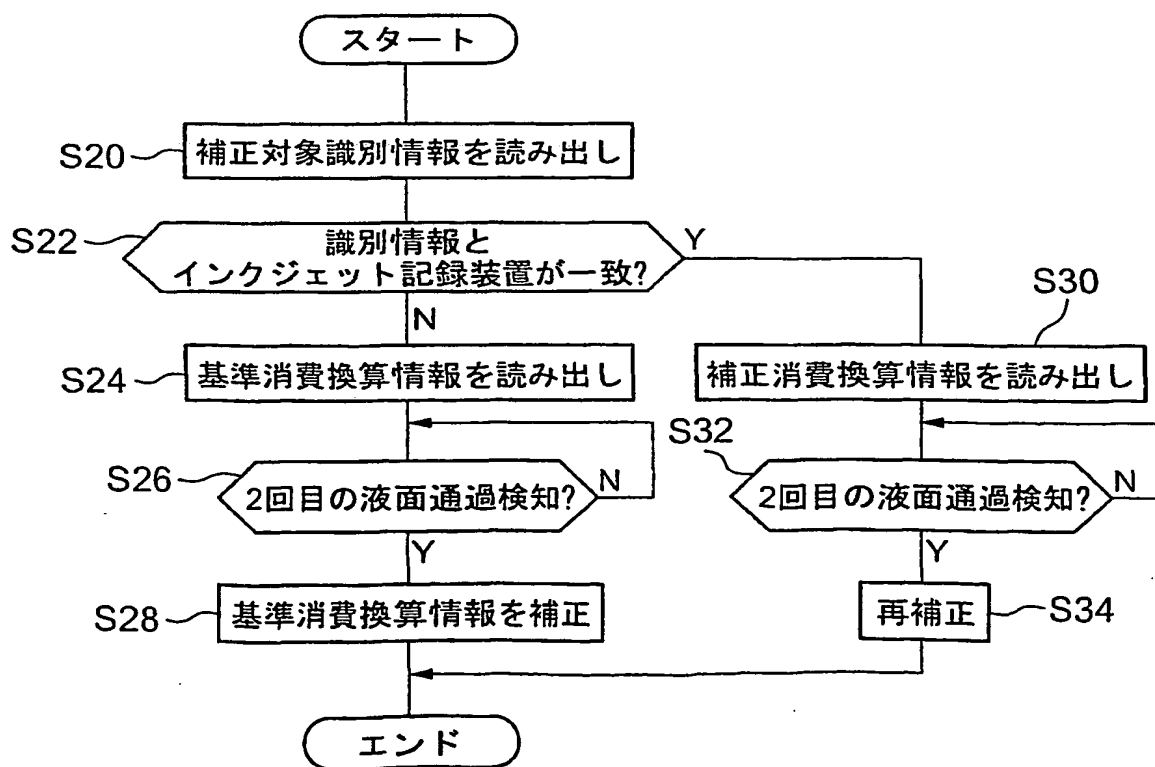


FIG.59

50/72

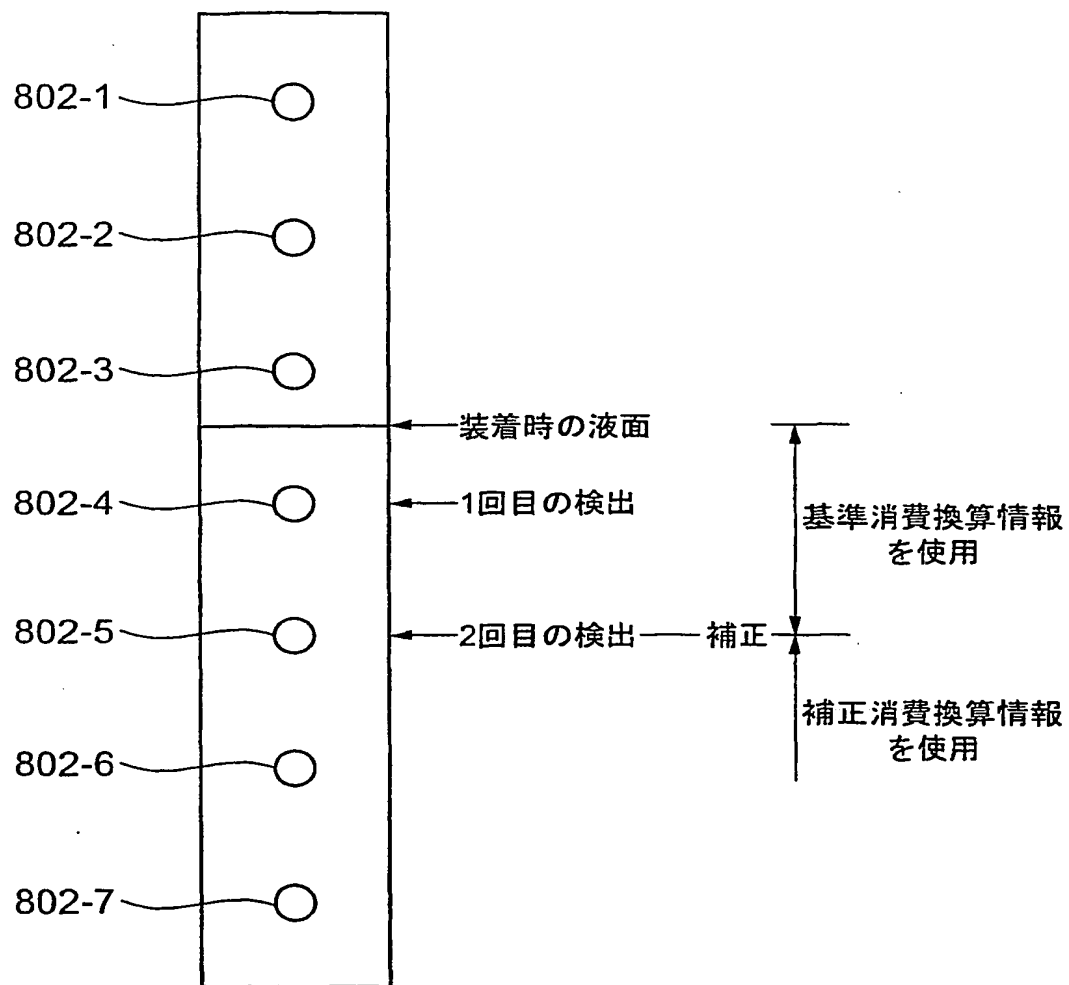


FIG.60

51/72

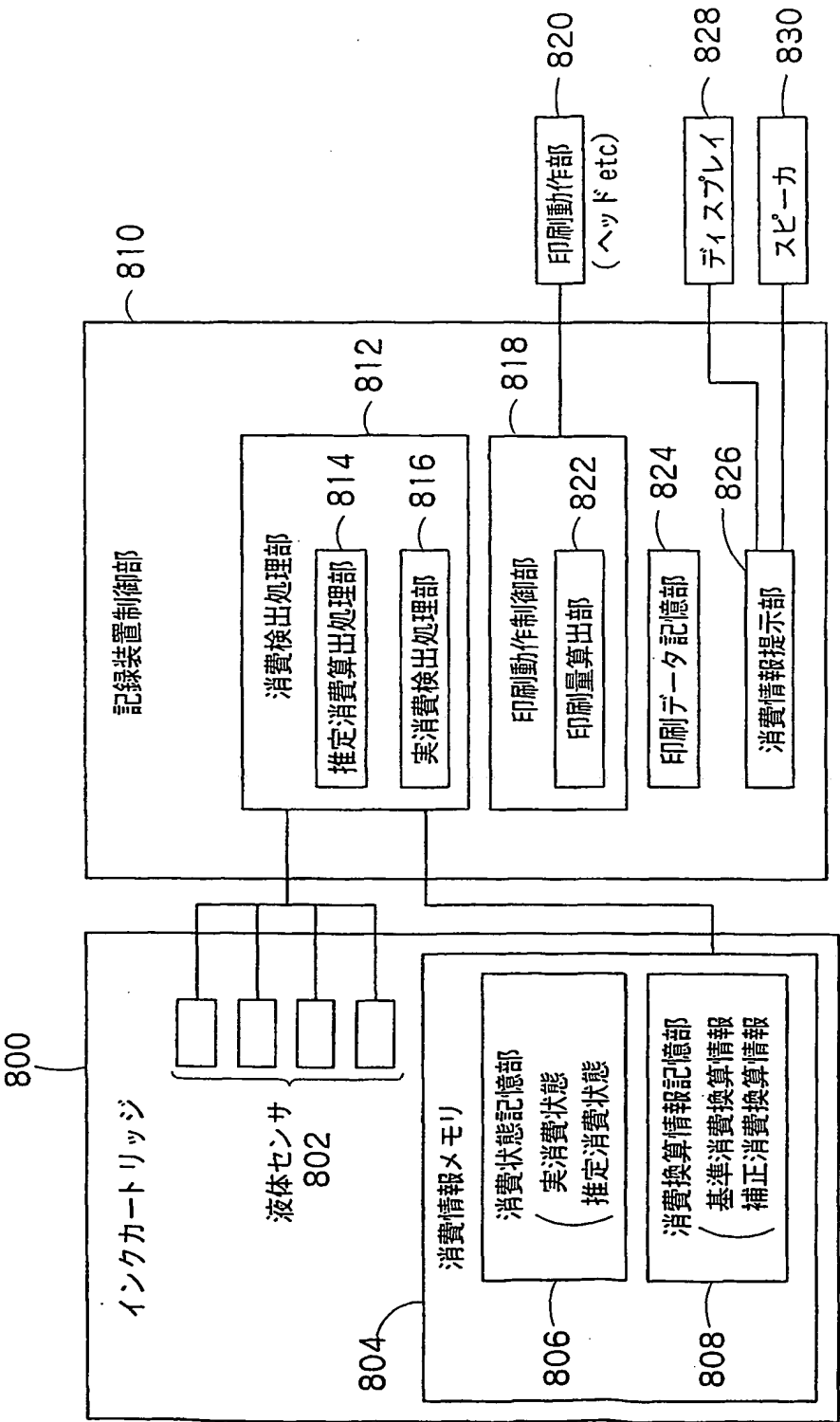


FIG. 61



52 / 72

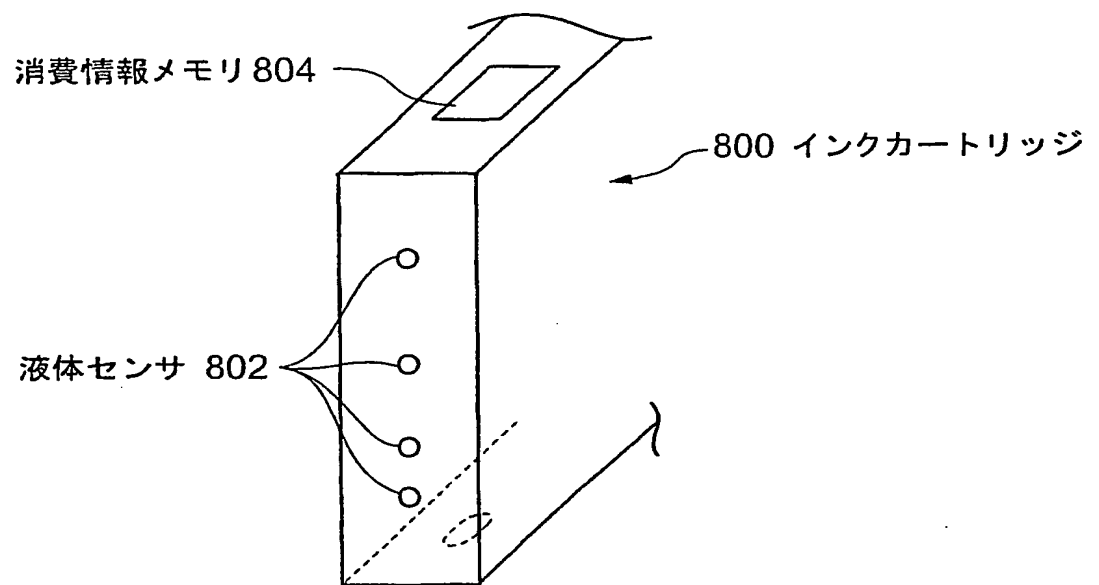


FIG.62

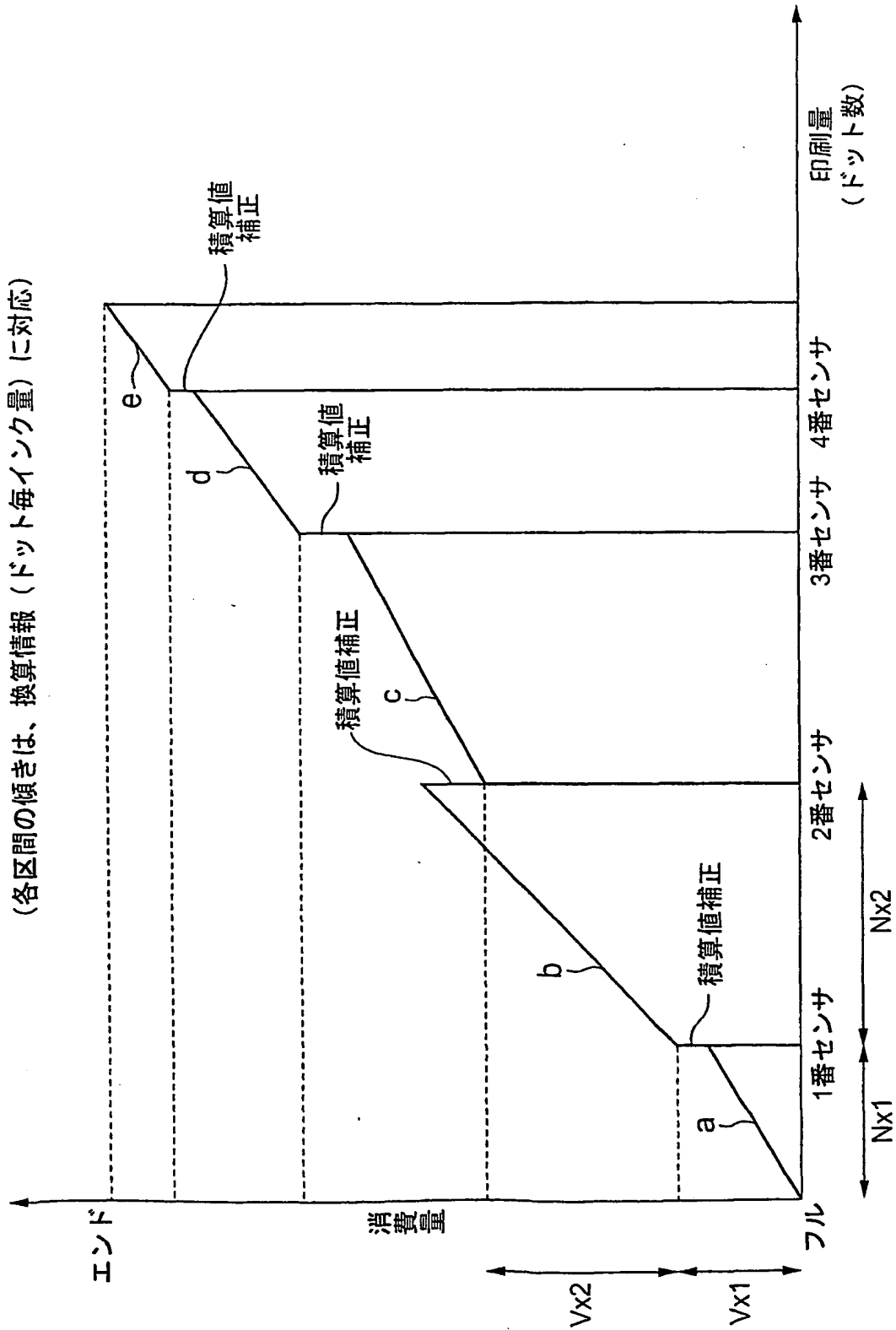


FIG.63

54/72

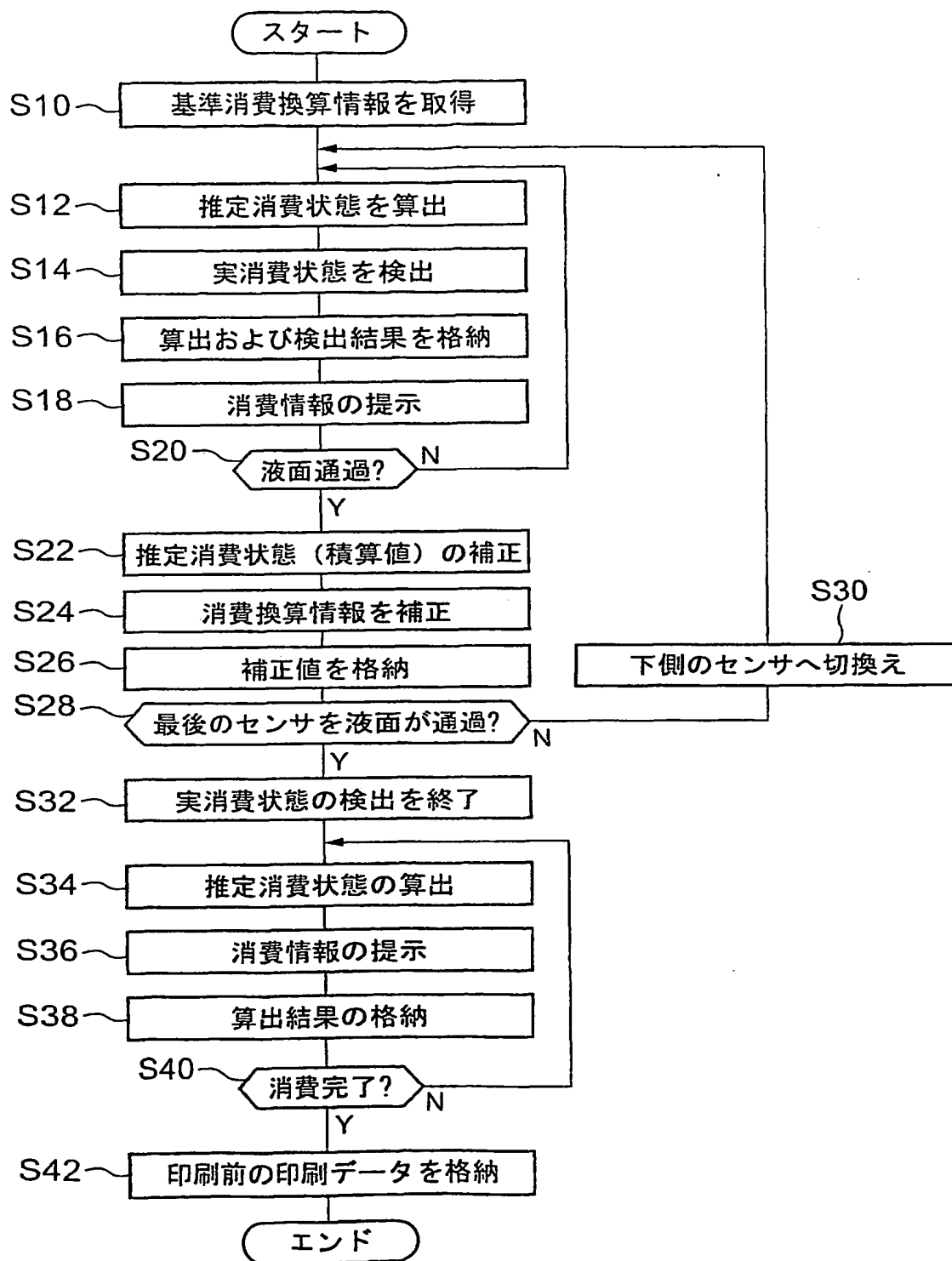


FIG.64

55/72

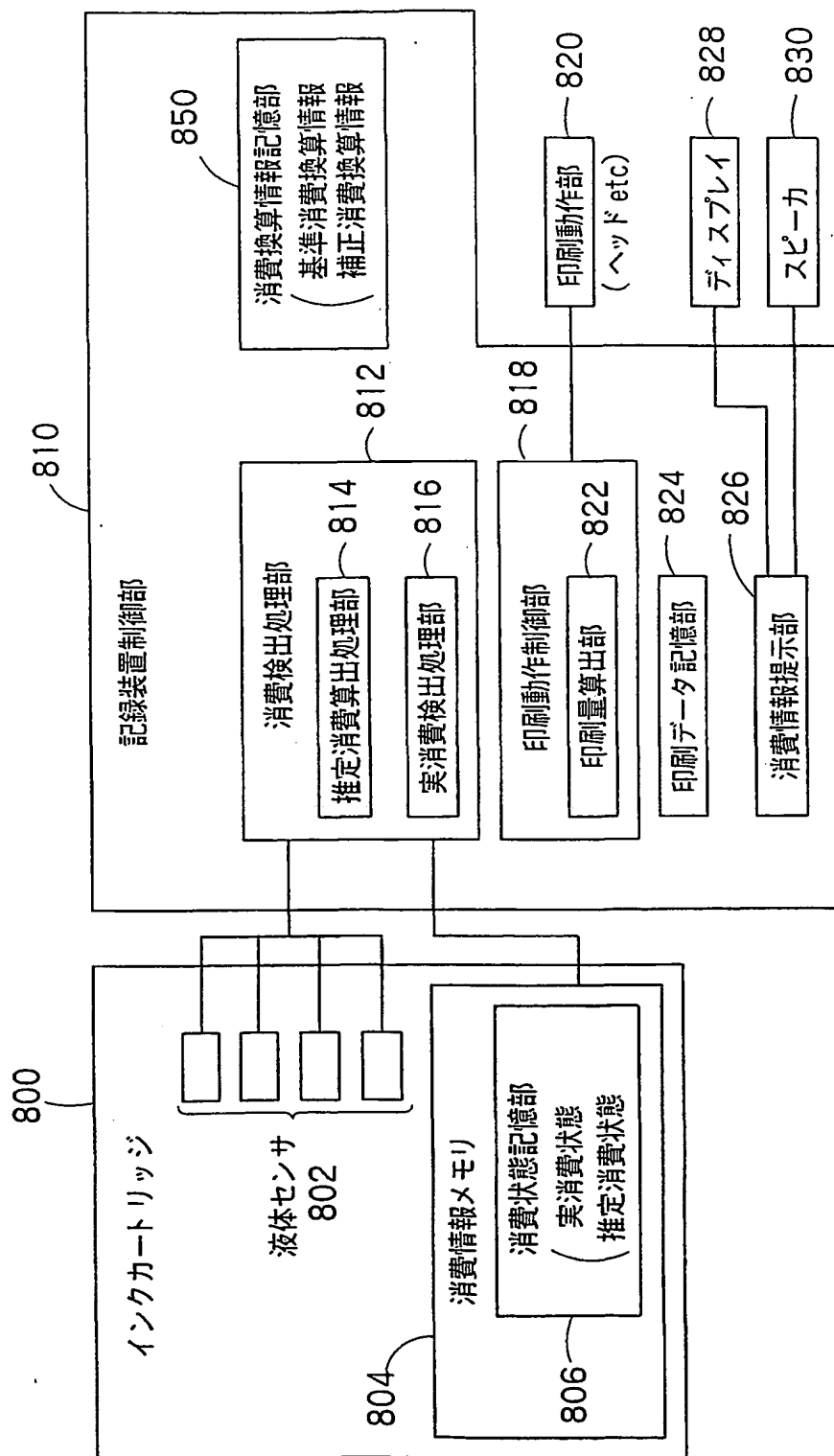


FIG. 65

56 / 72

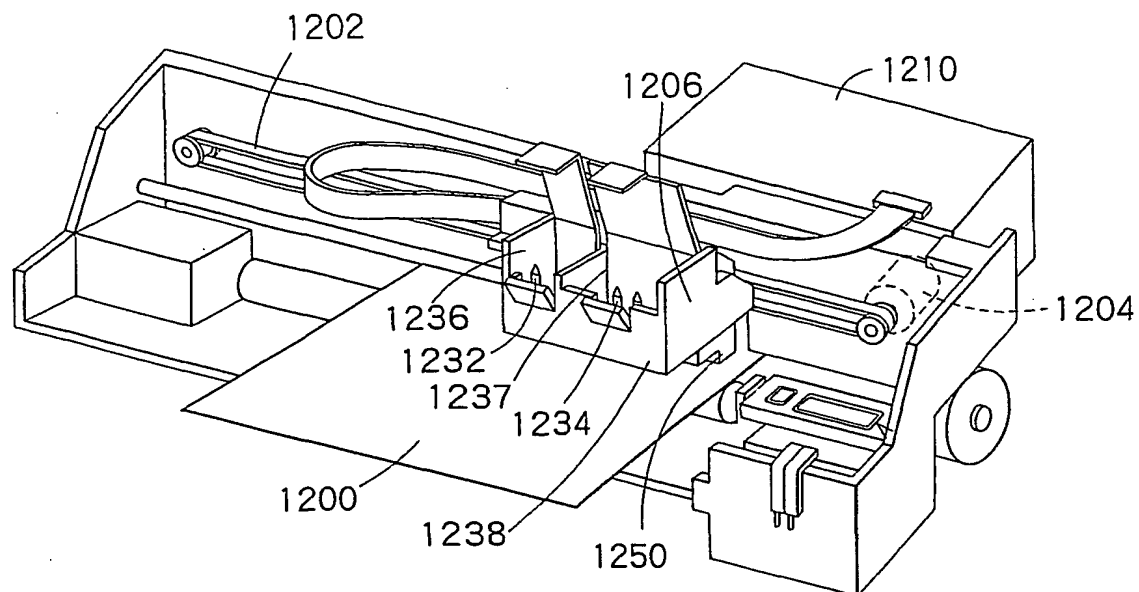


FIG. 66

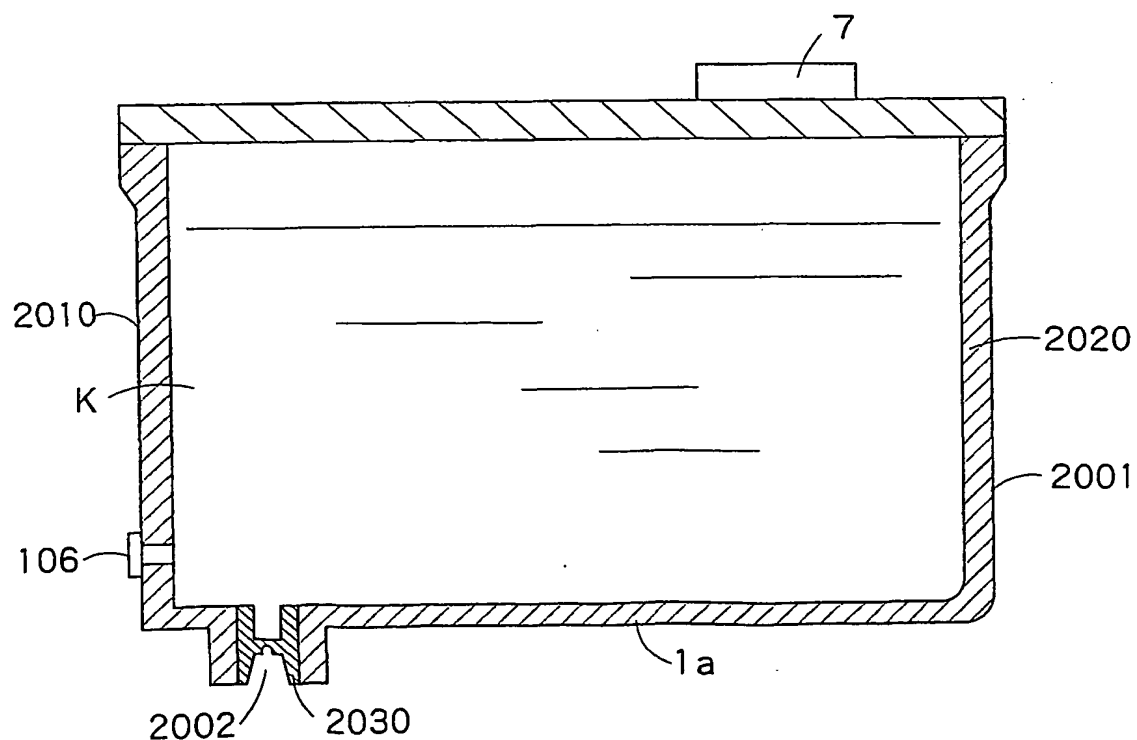


FIG. 67

57/72

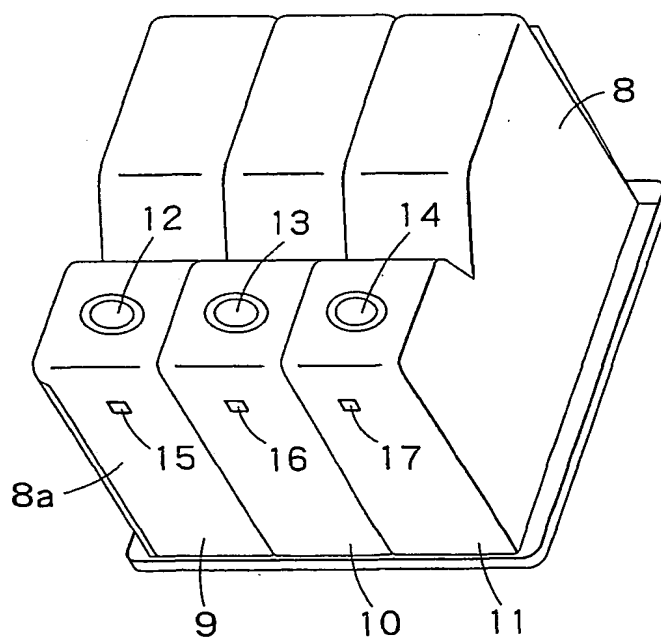


FIG. 68

58/72

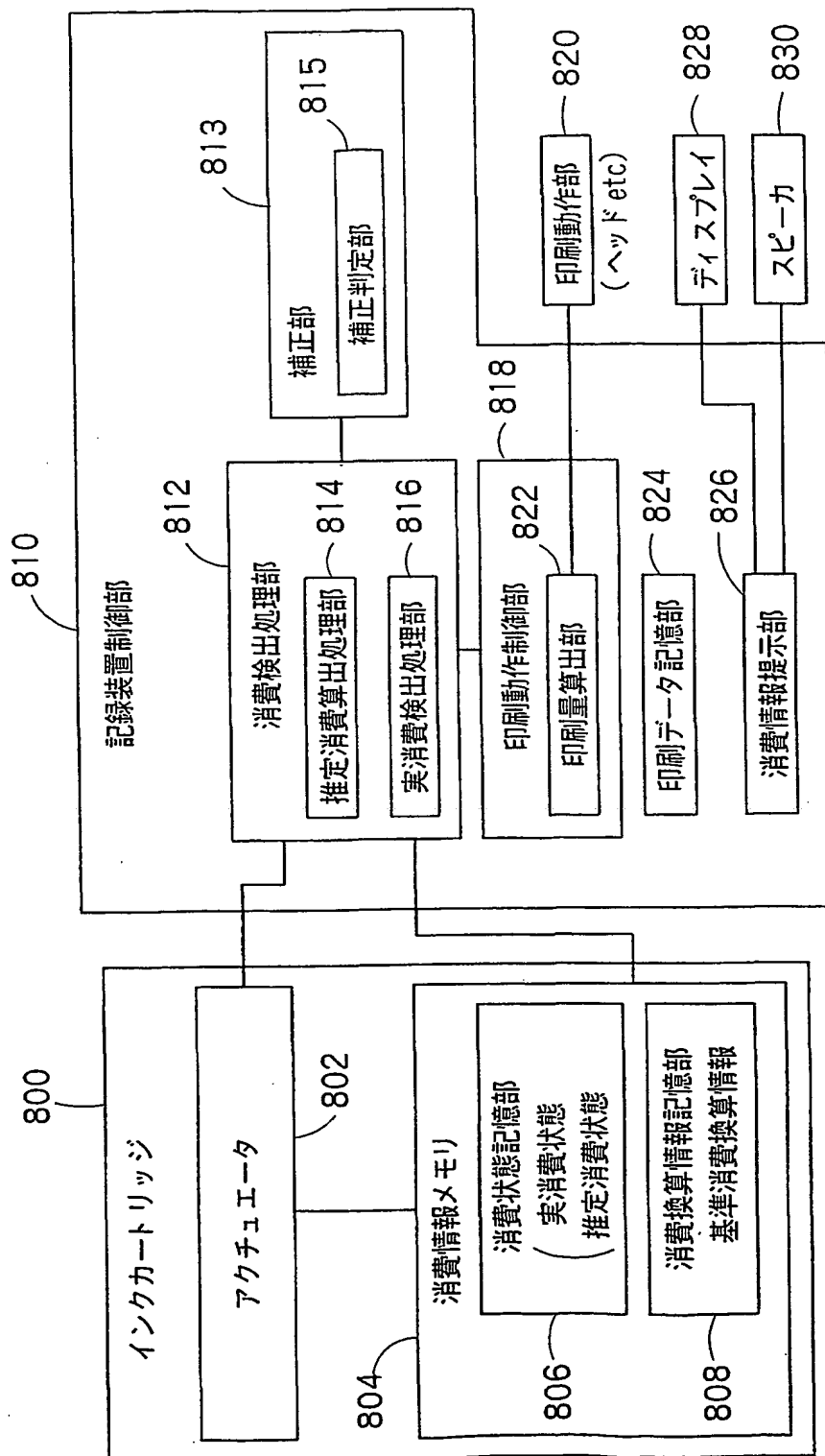


FIG. 69

基準消費換算情報

	印字状態		非印字状態（メンテナンス）			
	ドット1	ドット2	フラッシング1	フラッシング2	クリーニング1	クリーニング2
10℃	30pl	10pL	50pl	45pl	0.5ml	1.5ml
25℃	31pl	10.5pl	52pl	46pl	0.6ml	1.7ml
40℃	32pl	11pl	54pl	47pl	0.7ml	1.9ml

記録ヘッド周辺温度

FIG.70



60/72

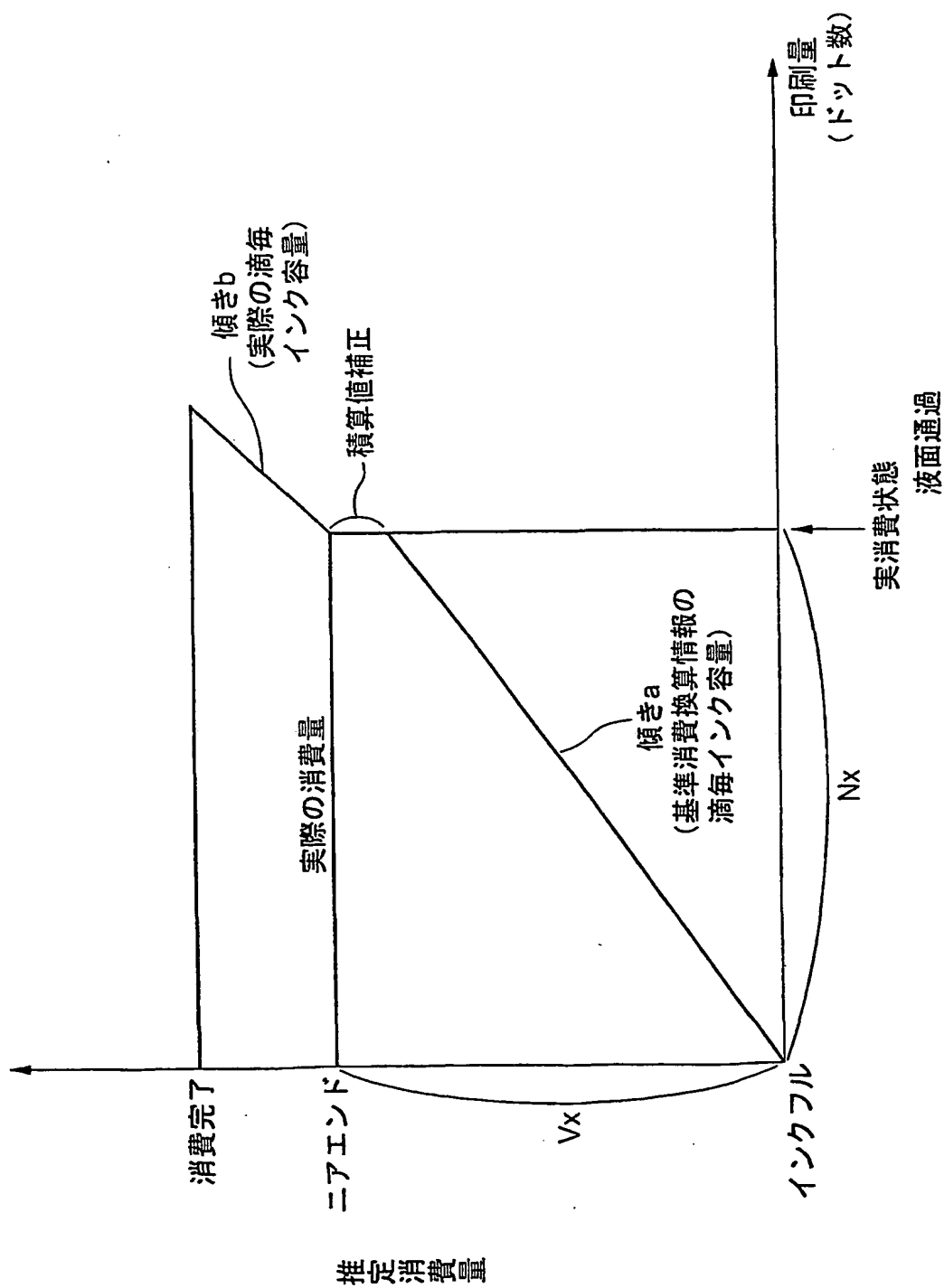


FIG.71

61/72

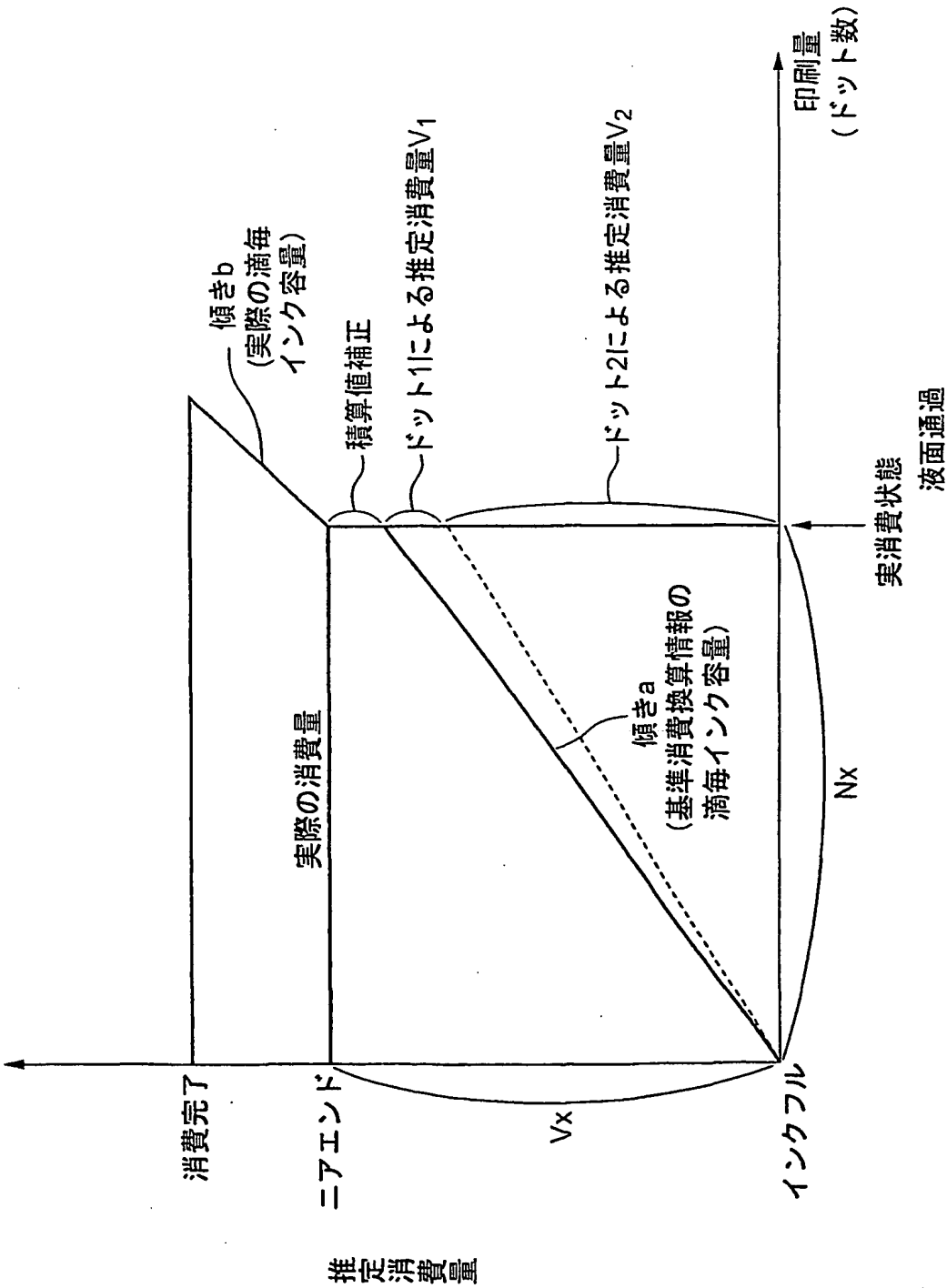


FIG.72

62/72

補正の判定

ケース	実際の滴毎インク量に対する推定の滴毎インク量の誤差の予想得点		推定消費量		補正判定部815の判定	
	ドット1	ドット2	ドット1	ドット2	ドット1	ドット2
1	3	8	200	800	補正対象外	補正対象
2	3	8	700	300	補正対象外	補正対象外

FIG.73A

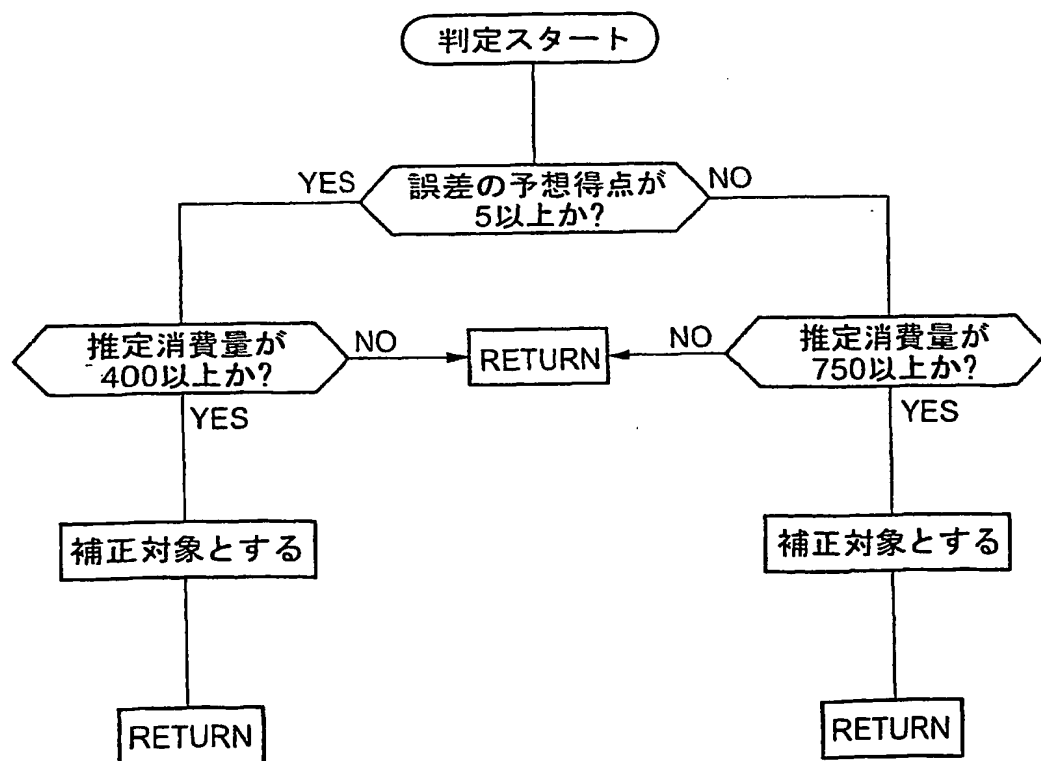


FIG.73B

63/72

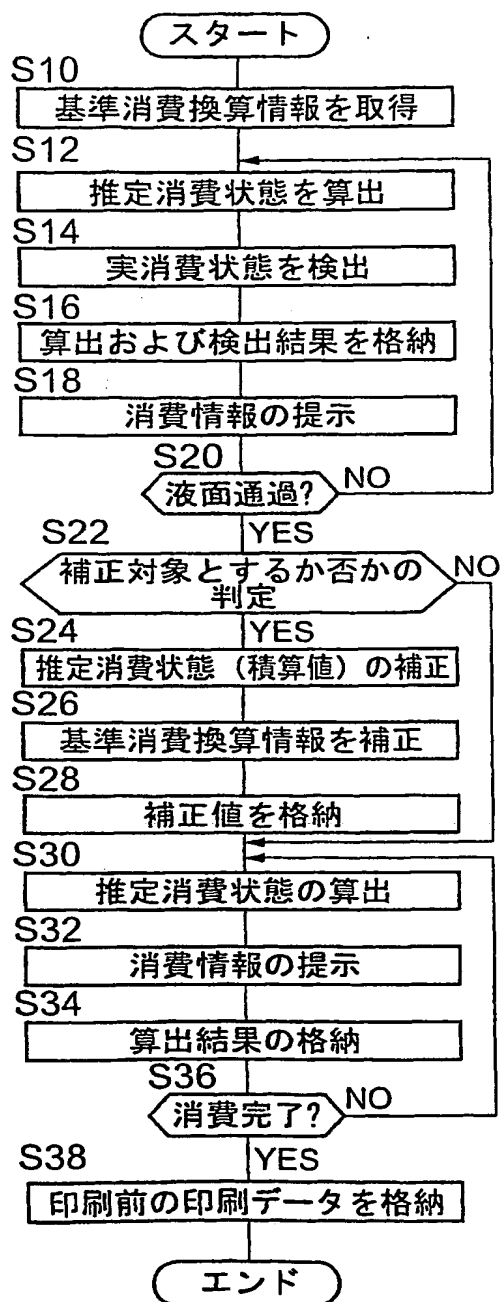


FIG.74A

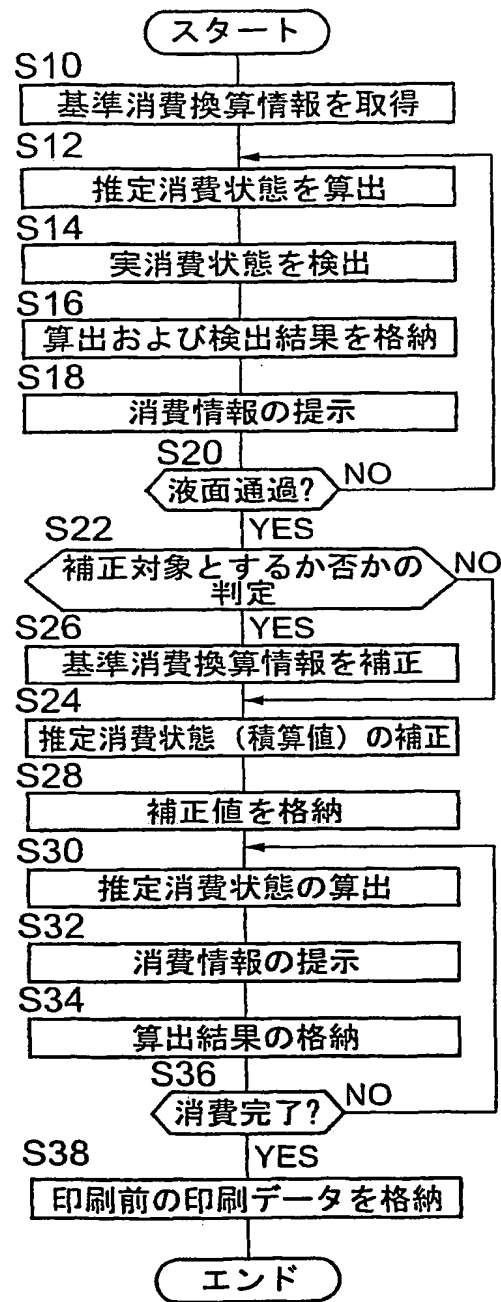


FIG.74B

64/72

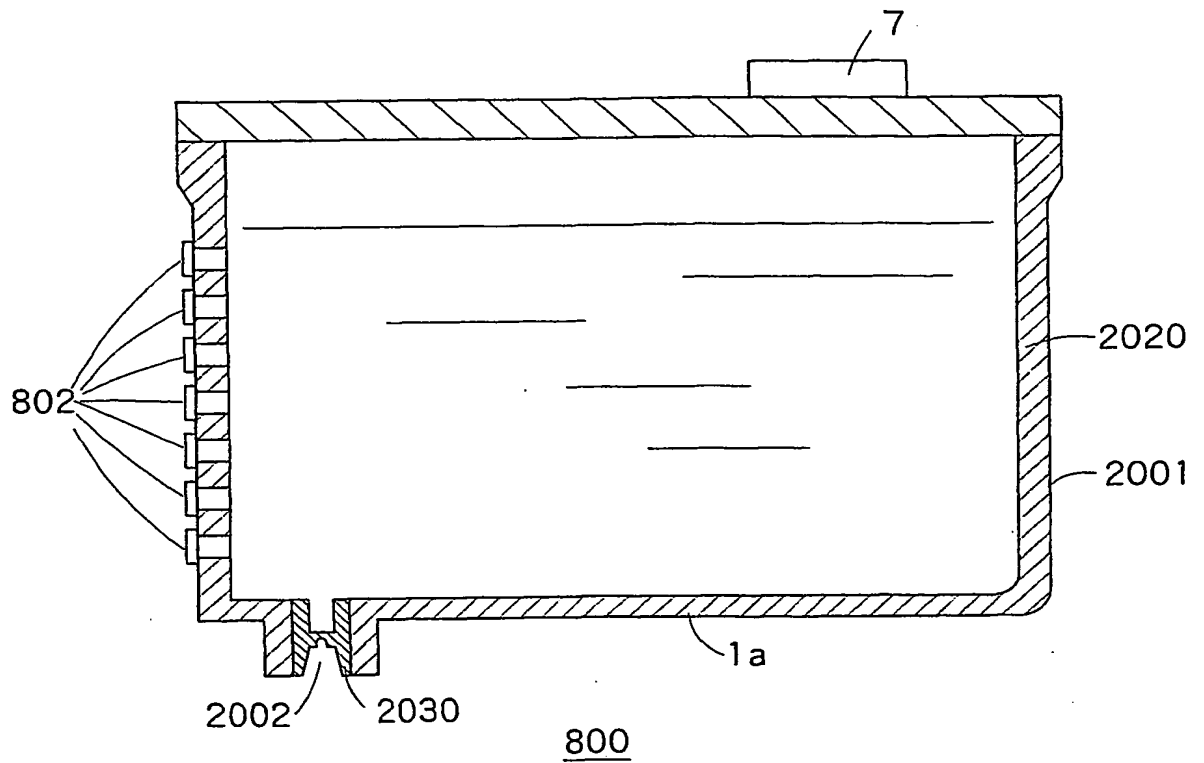


FIG. 75

65 / 72

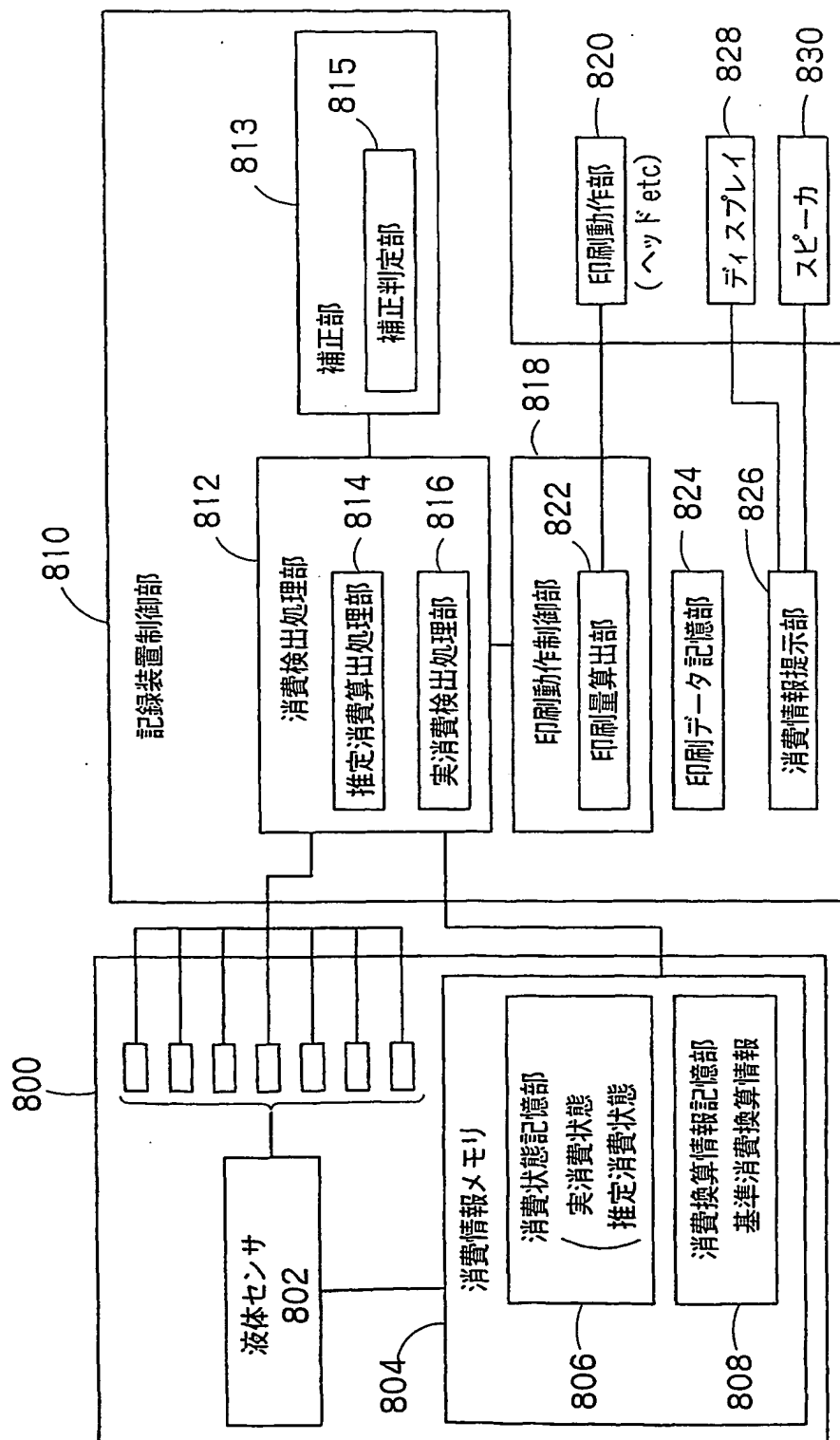


FIG. 76

66 / 72

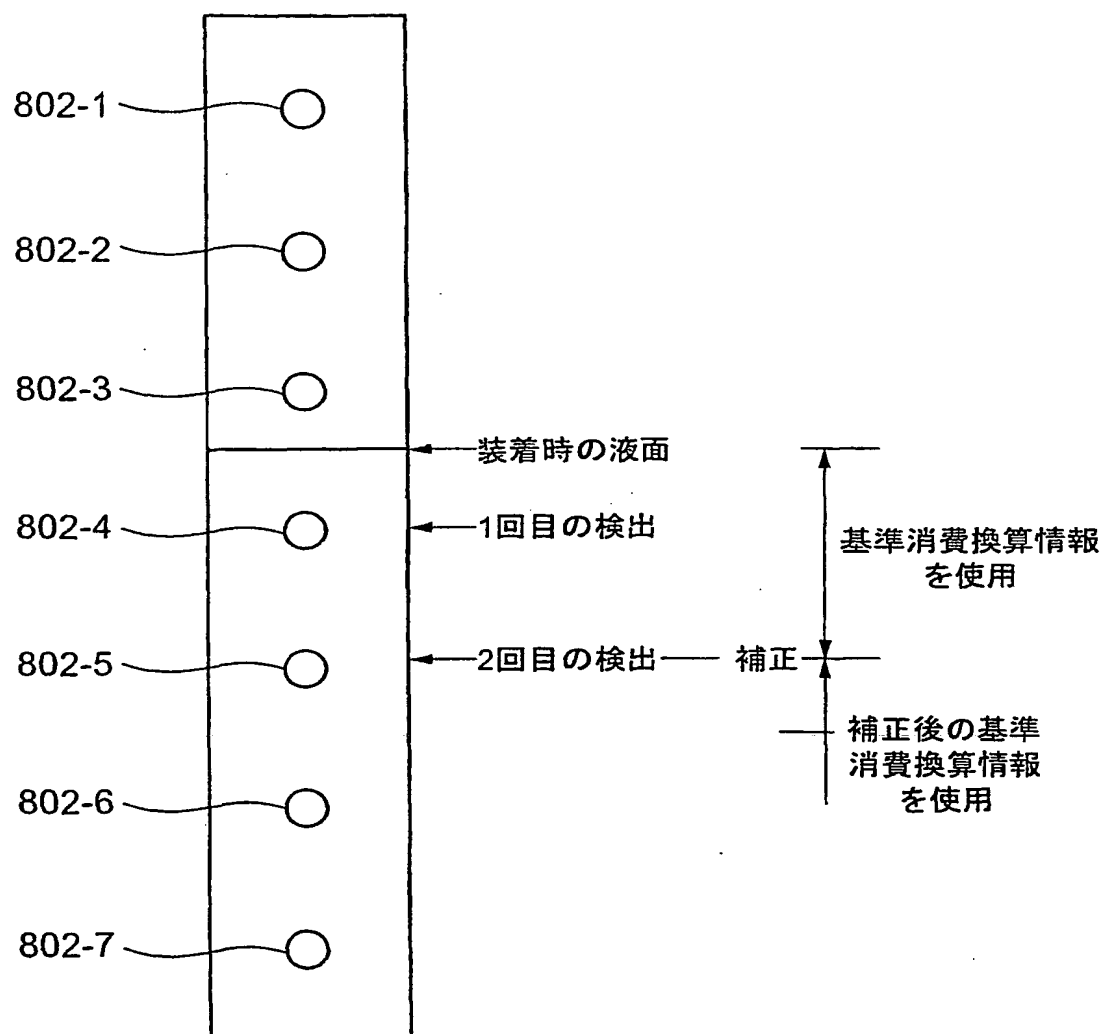


FIG.77

67/72

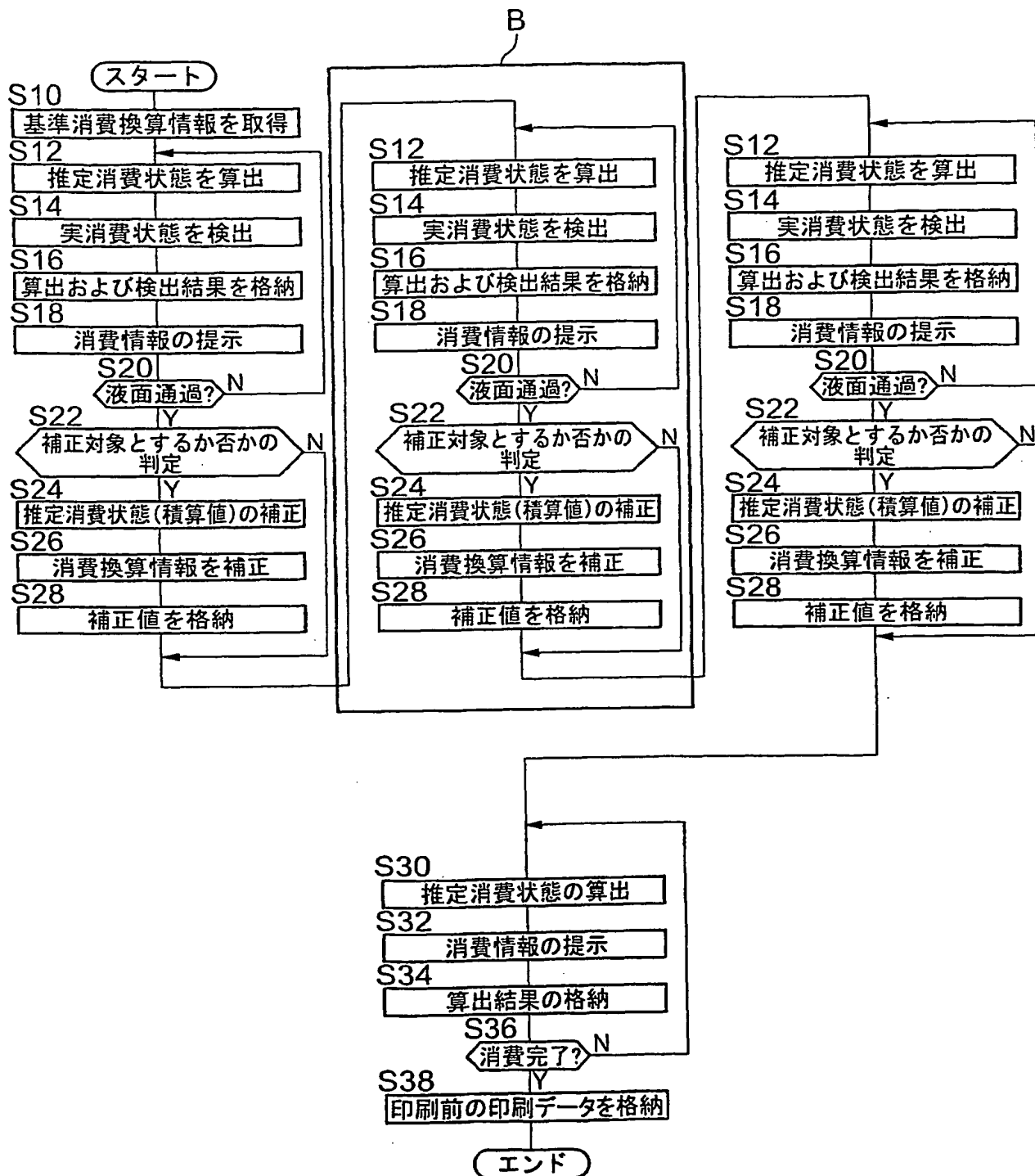


FIG.78



68/72

ケース	ドット2 実験のインク濃度 13																変換係数 全変換係数 補正係数
	AGI	インク濃度	推定インク濃度	推定消費量	インク濃度	推定消費量	インク濃度	推定消費量	インク濃度	推定消費量	インク濃度	推定消費量	インク濃度	推定消費量	インク濃度	推定消費量	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	5000	30.00	150000	140000	1.071	0.750	5000	10.00	5000	65000	0.769	0.250	205000	200000	1.000	
	2	7000	30.75	215250	196000	1.098	0.875	3000	10.25	30750	39000	0.788	0.125	235000	246000	0.955	
	3	4000	29.38	117500	112000	1.049	0.667	6000	9.75	58750	78000	0.753	0.333	190000	176250	1.078	
	4	6000	31.67	190000	168000	1.131	0.818	4000	10.56	42222	52000	0.812	0.182	220000	232222	0.947	
	5	9000	30.00	270000	252000	1.071	0.964	1000	10.00	10000	13000	0.768	0.036	265000	280000	0.946	
	6	1000	28.39	28393	28000	1.014	0.250	9000	9.46	85179	117000	0.728	0.750	145000	113571	1.277	
	7	2000	36.25	72500	56000	1.295	0.429	8000	12.08	96667	104000	0.929	0.571	160000	169167	0.946	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	5000	30.00	150000	140000	1.071	0.750	5000	10.00	5000	65000	0.769	0.250	205000	200000	1.000	
	2	7000	30.75	215250	196000	1.098	0.875	3000	10.25	30750	39000	0.788	0.125	235000	246000	0.955	
	3	4000	29.38	117500	112000	1.049	0.666	6000	10.25	61500	78000	0.788	0.344	190000	179000	1.061	
	4	6000	29.38	176280	168000	1.049	0.811	4000	10.25	41000	52000	0.788	0.189	220000	217280	1.013	
	5	9000	29.38	264420	252000	1.049	0.963	1000	10.25	10250	13000	0.788	0.037	265000	274670	0.955	
	6	1000	28.35	28346	28000	1.012	0.235	9000	10.25	92250	117000	0.788	0.765	145000	120596	1.202	
	7	2000	28.31	56620	56000	1.011	0.365	8000	12.32	98594	104000	0.948	0.635	160000	155214	1.031	
文字記録	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	9000	30.00	270000	252000	1.071	0.964	1000	10.00	10000	13000	0.769	0.036	265000	280000	0.946	
	2	9200	28.39	261214	257600	1.014	0.972	800	9.46	7571	10400	0.728	0.028	268000	268786	0.997	
	3	9100	28.31	257620	254800	1.011	0.966	900	10.00	9000	11700	0.769	0.034	266500	266620	1.000	
	4	8000	28.31	226480	224000	1.011	0.919	2000	10.00	20000	26000	0.769	0.081	250000	246480	1.014	
	5	8500	28.31	268945	266000	1.011	0.981	500	10.14	5071	6500	0.780	0.019	272500	274016	0.994	
	6	9000	28.15	278718	277200	1.005	0.996	100	10.14	1014	1300	0.780	0.004	278500	279732	0.996	
	7	9000	28.15	253350	252000	1.005	0.962	1000	10.14	10140	13000	0.780	0.038	265000	263490	1.006	
文字記録	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	9000	30.00	270000	252000	1.071	0.964	1000	10.00	10000	13000	0.769	0.036	265000	280000	0.946	
	2	9200	28.39	261214	257600	1.014	0.970	800	9.46	7571	10400	0.769	0.030	268000	269214	0.995	
	3	9100	28.26	257210	254800	1.009	0.966	900	10.00	9000	11700	0.769	0.034	266500	266210	1.001	
	4	8000	28.30	226365	224000	1.014	0.919	2000	10.00	20000	26000	0.769	0.081	250000	246365	1.015	
	5	8500	28.71	272775	266000	1.025	0.982	500	10.00	5000	6500	0.769	0.018	272500	277775	0.981	
	6	9000	28.35	280665	277200	1.013	0.996	100	10.00	1000	1300	0.769	0.004	278500	281665	0.989	
	7	9000	28.03	252283	252000	1.001	0.962	1000	10.00	10000	13000	0.769	0.038	265000	262283	1.010	
画像記録	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	1000	30.00	30000	28000	1.071	0.250	9000	10.00	90000	117000	0.769	0.750	145000	120000	1.208	
	2	800	36.25	29000	22400	1.295	0.207	9200	12.08	111167	119600	0.929	0.793	142000	140167	1.013	
	3	900	36.25	32625	25200	1.295	0.227	9100	12.24	111397	118300	0.942	0.773	143500	144022	0.996	
	4	2000	36.25	72500	56000	1.295	0.425	8000	12.24	97920	104000	0.942	0.575	160000	170420	0.939	
	5	500	34.03	17017	14000	1.215	0.128	9500	12.24	116280	123500	0.942	0.872	137500	133297	1.032	
	6	100	34.10	34100	28000	1.218	0.027	9900	12.63	124997	128700	0.971	0.973	131500	128407	1.024	
	7	1000	34.10	34100	28000	1.218	0.227	9000	12.93	116371	117000	0.995	0.773	145000	150471	0.964	
画像記録	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	1000	30.00	30000	28000	1.071	0.250	9000	10.00	90000	117000	0.769	0.750	145000	120000	1.208	
	2	800	30.00	24000	22400	1.071	0.178	9200	12.08	111167	119600	0.928	0.822	142000	135167	1.051	
	3	900	30.00	27000	25200	1.071	0.189	9100	12.69	115517	118300	0.978	0.811	143500	142517	1.007	
	4	2000	30.00	60000	56000	1.071	0.371	8000	12.69	101520	104000	0.978	0.629	160000	161520	0.991	
	5	500	30.00	15000	14000	1.071	0.111	9500	12.69	120555	123500	0.978	0.889	137500	135555	1.014	
	6	100	30.00	3000	2800	1.071	0.023	9900	12.87	127434	128700	0.990	0.977	131500	130434	1.008	
	7	1000	30.00	30000	28000	1.071	0.204	9000	12.98	116796	117000	0.998	0.796	145000	146796	0.988	

$B(n)=B(n-1) \cdot O(n-1)$   
 $C(n)=A(n) \cdot B(n)$   
 $D(n)=C(n) \cdot 28$   
 $E(n)=C(n)/D(n)$   
 $F(n)=C(n)/N(n)$

$H(n)=H(n-1) \cdot O(n-1)$   
 $I(n)=G(n) \cdot H(n)$   
 $J(n)=I(n) \cdot 13$   
 $K(n)=I(n)/J(n)$   
 $L(n)=I(n)/N(n)$

$M(n)=D(n)+J(n)$   
 $N(n)=C(n)+I(n)$   
 $L(n)=M(n)/N(n)$

FIG.79

69 / 72

ケース	AIC	ドット2 実際のインク消費量13 (推定消費量の足切値0.6)										推定消費量の足切値0.6											
		インク消費量	推定消費量	要消費量	インク消費量	推定消費量	要消費量	インク消費量	推定消費量	要消費量	インク消費量	推定消費量	要消費量	インク消費量	推定消費量	要消費量	インク消費量	推定消費量	要消費量	インク消費量	推定消費量	要消費量	
1	0	0	30.00	0	0	0	0.000	0	10.00	0	0	0.769	0.250	205000	200000	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	5000	30.00	150000	140000	1.071	0.750	5000	10.00	5000	65000	0.769	0.250	205000	200000	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	7000	30.75	215250	196000	1.098	0.878	3000	10.00	3000	39000	0.769	0.122	235000	245250	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	4000	29.46	117859	112000	1.052	0.663	6000	10.00	6000	78000	0.769	0.337	190000	177859	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	6000	31.48	188857	168000	1.124	0.825	4000	10.00	4000	52000	0.769	0.175	220000	228857	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	9000	30.26	272322	252000	1.081	0.965	1000	10.00	1000	13000	0.769	0.035	265000	262322	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	1000	28.40	28402	28000	1.014	0.240	9000	10.00	9000	117000	0.769	0.760	145000	116402	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	30.00	0	0	0	0.000	0	10.00	0	0	0.942	0.633	160000	154772	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	5000	30.00	150000	140000	1.071	0.750	5000	10.00	5000	65000	0.769	0.250	205000	200000	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	7000	30.75	215250	196000	1.098	0.878	3000	10.00	3000	39000	0.769	0.122	235000	245250	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	4000	29.46	117859	112000	1.052	0.663	6000	10.00	6000	78000	0.769	0.337	190000	177859	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	6000	29.38	176280	168000	1.049	0.815	4000	10.00	4000	52000	0.769	0.185	220000	216280	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	9000	29.38	264420	252000	1.049	0.964	1000	10.00	1000	13000	0.769	0.036	265000	274420	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	1000	28.37	28371	28000	1.013	0.240	9000	10.00	9000	117000	0.769	0.760	145000	118371	0	0	0	0	0	0	0	0
文字記録	0	0	30.00	0	0	0	0.000	0	10.00	0	0	0.769	0.633	160000	154737	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	9000	30.00	270000	252000	1.071	0.964	1000	10.00	1000	13000	0.769	0.036	265000	280000	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	9200	28.39	261214	257600	1.014	0.970	800	10.00	8000	10400	0.769	0.030	268000	268214	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	9100	28.26	257210	254800	1.009	0.966	900	10.00	9000	11700	0.769	0.034	266500	266210	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	8000	28.31	226480	224000	1.011	0.919	2000	10.00	20000	26000	0.769	0.081	250000	246480	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	9500	28.31	268945	266000	1.011	0.982	500	10.00	5000	6500	0.769	0.018	272500	273945	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	9900	28.16	278791	277200	1.006	0.996	100	10.00	1000	13000	0.769	0.004	278500	279791	0	0	0	0	0	0	0	0
文字記録	0	0	30.00	0	0	0	0.000	0	10.00	0	0	0.769	0.633	160000	154737	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	9000	30.00	270000	252000	1.071	0.964	1000	10.00	10000	13000	0.769	0.036	265000	280000	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	9200	28.39	261214	257600	1.014	0.972	800	10.00	8000	10400	0.769	0.028	268000	284000	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	9100	28.31	257620	254800	1.011	0.966	900	10.00	9000	11700	0.769	0.034	266500	266620	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	8000	28.30	226377	224000	1.011	0.919	2000	10.00	20000	26000	0.769	0.081	250000	246480	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	9500	28.71	272776	266000	1.025	0.982	500	10.00	5000	6500	0.769	0.018	272500	277776	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	9900	28.35	280665	277200	1.013	0.996	100	10.00	1000	13000	0.769	0.004	278500	281665	0	0	0	0	0	0	0	0
画像記録	0	0	30.00	0	0	0	0.000	0	10.00	0	0	0.769	0.633	160000	154737	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	9000	30.00	270000	252000	1.071	0.964	1000	10.00	10000	13000	0.769	0.036	265000	280000	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	9200	28.39	261214	257600	1.014	0.972	800	10.00	8000	10400	0.769	0.028	268000	284000	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	9100	28.31	257620	254800	1.011	0.966	900	10.00	9000	11700	0.769	0.034	266500	266620	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	8000	28.30	226377	224000	1.011	0.919	2000	10.00	20000	26000	0.769	0.081	250000	246377	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	9500	28.71	272776	266000	1.025	0.982	500	10.00	5000	6500	0.769	0.018	272500	277776	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	9900	28.35	280665	277200	1.013	0.996	100	10.00	1000	13000	0.769	0.004	278500	281665	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	30.00	0	0	0	0.000	0	10.00	0	0	0.769	0.633	160000	154737	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	9000	30.00	270000	252000	1.071	0.964	1000	10.00	10000	13000	0.769	0.036	265000	280000	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	9200	28.39	261214	257600	1.014	0.972	800	10.00	8000	10400	0.769	0.028	268000	284000	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	9100	28.31	257620	254800	1.011	0.966	900	10.00	9000	11700	0.769	0.034	266500	266620	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	8000	28.30	226377	224000	1.011	0.919	2000	10.00	20000	26000	0.769	0.081	250000	246377	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	9500	28.71	272776	266000	1.025	0.982	500	10.00	5000	6500	0.769	0.018	272500	277776	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	9900	28.35	280665	277200	1.013	0.996	100	10.00	1000	13000	0.769	0.004	278500	281665	0	0	0	0	0	0	0	0
画像記録	0	0	30.00	0	0	0	0.000	0	10.00	0	0	0.769	0.633	160000	154737	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	9000	30.00	270000	252000	1.071	0.964	1000	10.00	10000	13000	0.769	0.036	265000	280000	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	9200	28.39	261214	257600	1.014	0.972	800	10.00	8000	10400	0.769	0.028	268000	284000	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	9100	28.31	257620	254800	1.011	0.966	900	10.00	9000	11700	0.769	0.034	266500	266620	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	8000	28.30	226377	224000	1.011	0.919	2000	10.00	20000	26000	0.769	0.081	250000	246377	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	9500	28.71	272776	266000	1.025	0.982	500	10.00	5000	6500	0.769	0.018	272500	277776	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	9900	28.35	280665	277200	1.013	0.996	100	10.00	1000	13000	0.769	0.004	278500	281665	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	30.00	0	0	0	0.000	0	10.00	0	0	0.769	0.633	160000	154737	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	9000	30.00	270000	252000	1.071	0.964	1000	10.00	10000	13000	0.769	0.036	265000	280000	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	9200	28.39	261214	257600	1.014	0.972	800	10.00	8000	10400	0.769	0.028	268000	284000	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	9100	28.31	257620	254800	1.011	0.966	900	10.00	9000	11700	0.769	0.034	266500	266620	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	8000	28.30	226377	224000	1.011	0.919	2000	10.00	20000	26000	0.769	0.081	250000	246377	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	9500	28.71	272776	266000	1.025	0.982	500	10.00	5000	6500	0.769	0.018	272500	277776	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	9900	28.35	280665	277200	1.013	0.996	100	10.00	1000	13000	0.769	0.004	278500	281665	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG.80

70/72

単位情報の補正実行ルーチン(S26)

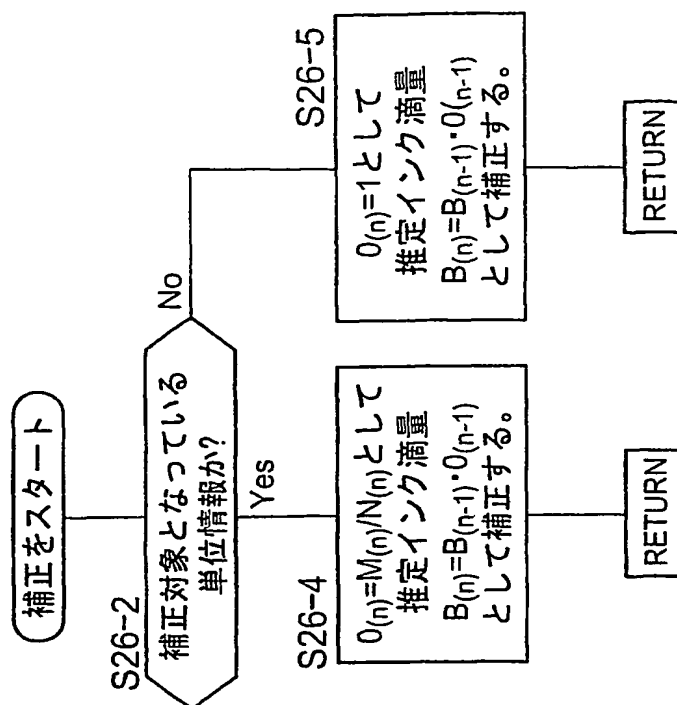


FIG.81B

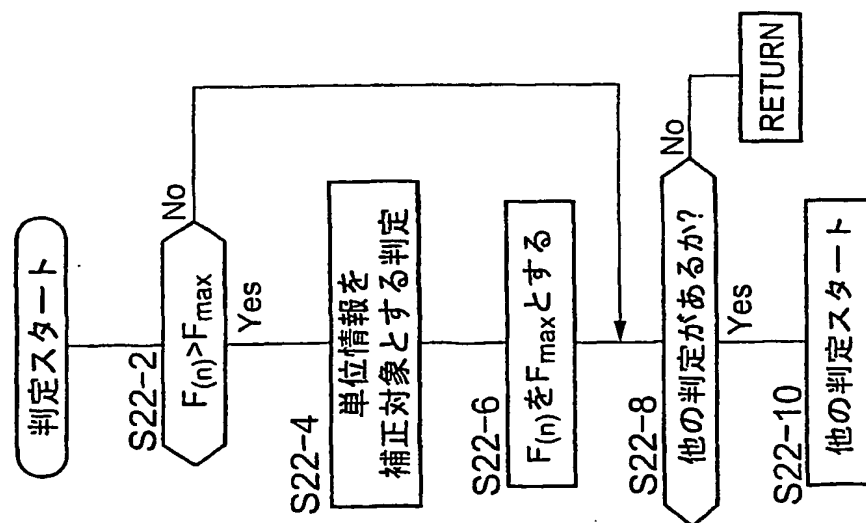
ケース2、ケース3、ケース5の  
補正対象の判定ルーチン(S22)

FIG.81A

71/72

ケース4又は、ケース6の  
補正対象の判定ルーチン(S22)

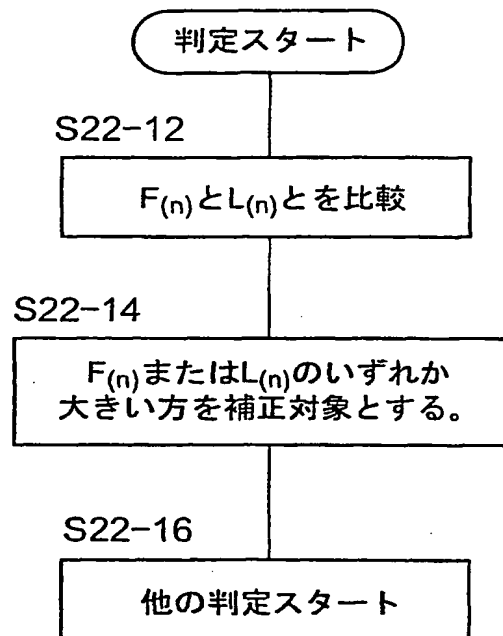


FIG.82

72/72

推定消費率のしきい値を用いた  
補正対象の判定ルーチン(S22)

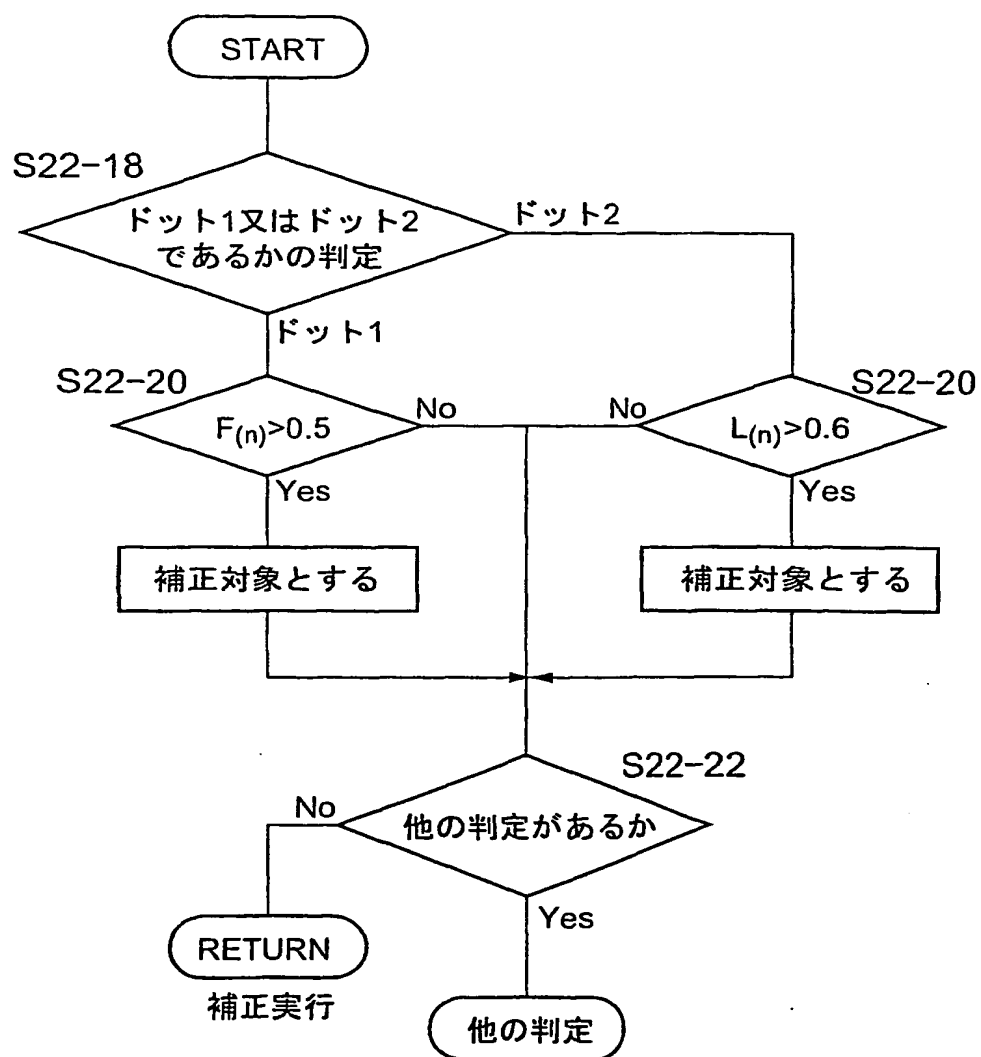


FIG.83

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04129

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> B41J2/175

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> B41J2/175

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-43287 A (Canon Inc.), 15 February, 2000 (15.02.00), Par. Nos. [0013] to [0018]; Figs. 3 to 4	1-15, 17, 21-23, 26-27, 29-31, 51, 58-63, 67, 69-70
A	Par. Nos. [0013] to [0018]; Figs. 3 to 4 (Family: none)	16, 18-20, 24-25, 28, 32-50, 52-57, 64-66, 68
Y	JP 56-39413 A (Ricoh Company, Ltd.), 15 April, 1981 (15.04.81), page 2, upper left column, line 11 to page 3, upper left column, line 8; Fig. 4	1-15, 17, 21-23, 26-27, 29-31, 51, 58-63, 67, 69-70
A	page 2, upper left column, line 11 to page 3, upper left column, line 8; Fig. 4 (Family: none)	16, 18-20, 24-25, 28, 32-50, 52-57, 64-66, 68

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not  
considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing  
date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is  
cited to establish the publication date of another citation or other  
special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other  
means  
"P" document published prior to the international filing date but later  
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or  
priority date and not in conflict with the application but cited to  
understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered novel or cannot be considered to involve an inventive  
step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered to involve an inventive step when the document is  
combined with one or more other such documents, such  
combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
08 August, 2001 (08.08.01)

Date of mailing of the international search report  
21 August, 2001 (21.08.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04129

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-334107 A (Seiko Epson Corporation), 07 December, 1999 (07.12.99), Par. Nos. [0029] to [0035]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	5
Y	JP 8-34123 A (Brother Industries, Ltd.), 06 February, 1996 (06.02.96), Par. No. [0036]; Fig. 1 (Family: none)	23, 26, 69-70
A	JP 10-305590 A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 17 November, 1998 (17.11.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-70
A	JP 6-297726 A (Canon Inc.), 25 October, 1994 (25.10.94), Full text; all drawings (Family: none)	1-70

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> B41J2/175		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> B41J2/175		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2001年 日本国登録実用新案公報 1994-2001年 日本国実用新案登録公報 1996-2001年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-43287 A (キヤノン株式会社) 15. 2月. 2000 (15. 02. 00) 段落番号【0013】-【0018】、第3-4図	1-15, 17, 21- 23, 26- 27, 29- 31, 51, 58-63, 67, 69- 70
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	08. 08. 01	国際調査報告の発送日 21.08.01
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 中村 圭伸	2P 9020
電話番号 03-3581-1101 内線 3261		



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	段落番号【0013】－【0018】，第3－4図 (ファミリーなし)	16, 18－ 20, 24－ 25, 28, 32－50, 52－57, 64－66, 68
Y	JP 56-39413 A (株式会社リコー) 15. 4月. 1981 (15. 04. 81) 第2頁左上欄第11行～第3頁左上欄第8行，第4図	1－15, 17, 21－ 23, 26－ 27, 29－ 31, 51, 58－63, 67, 69－ 70
A	第2頁左上欄第11行～第3頁左上欄第8行，第4図 (ファミリーなし)	16, 18－ 20, 24－ 25, 28, 32－50, 52－57, 64－66, 68
Y	JP 11-334107 A (セイコーエプソン株式会社) 7. 12月. 1999 (07. 12. 99) 段落番号【0029】－【0035】，第1－2図 (ファミリーなし)	5
Y	JP 8-34123 A (ブラザー工業株式会社) 6. 2月. 1996 (06. 02. 96) 段落番号【0036】，第1図 (ファミリーなし)	23, 26, 69－70
A	JP 10-305590 A (松下電器産業株式会社) 17. 11月. 1998 (17. 11. 98) 全文，全図 (ファミリーなし)	1－70
A	JP 6-297726 A (キヤノン株式会社) 25. 10月. 1994 (25. 10. 94) 全文，全図 (ファミリーなし)	1－70